

N° D'ORDRE

64

THÈSE

PRÉSENTÉE

A LA FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITÉ DE LYON

POUR OBTENIR

LE DIPLÔME DE DOCTEUR DU TROISIÈME CYCLE
DE GÉOLOGIE DU QUATERNAIRE

PAR

GUY MONJUVENT

Licencié ès-Sciences

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE GÉOLOGIQUE
DES FORMATIONS PLIOCÈNES ET QUATERNAIRES DE LA
RÉGION DE VILLEFRANCHE-SUR-SAÔNE (RHÔNE)

Thèse soutenue le

2 MARS 1963

devant la commission d'examen

MM. J. FLANDRIN... Président

L. DAVID.....

P. GEVIN.....

J. CORBEL.....

Examineurs

Invité

N° D'ORDRE

64

THÈSE

PRÉSENTÉE

A LA FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITÉ DE LYON

POUR OBTENIR

LE DIPLÔME DE DOCTEUR DU TROISIÈME CYCLE
DE GÉOLOGIE DU QUATERNAIRE

PAR

GUY MONJUVENT

Licencié ès-Sciences

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE GÉOLOGIQUE
DES FORMATIONS PLIOCÈNES ET QUATERNAIRES DE LA
RÉGION DE VILLEFRANCHE-SUR-SAÔNE (RHÔNE)

Thèse soutenue le 2 MARS 1963
devant la commission d'examen

MM. J. FLANDRIN... Président

L. DAVID | Examineurs

P. GEVIN |

J. CORBEL Invité



UNIVERSITE DE LYON

FACULTE DES SCIENCES

Doyens Honoraires

MM. LONGCHAMBON, DOUIN, MOUSSA.

Professeurs Honoraires

MM. LOCQUIN, de LARAMBERGUE, DOEUVRE, SOLLAUD, MENTZER, MOUSSA,
JAFFARD.

Doyen

M. GAUTHIER Henri

Assesseur

M. BRACONNIER

Professeurs

MM. LONGCHAMBON	Minéralogie
DEJARDIN	Physique Générale
DOUIN	Botanique
EYRAUD Henri	Calcul Différentiel et Intégral
COURTY	Chimie-physique
PRETTRE	Chimie industrielle
KUHNER	Microbiologie et Mycologie
MALECOT	Mécanique rationnelle et appliquée
PARIS	Chimie minérale
AUMERAS	Chimie
COLONGE	Chimie organique
FLANDRIN	Géologie appliquée
JANIN	Physique expérimentale
BERNARD	Physique industrielle
DUFAY Jean	Astronomie
NIGON	Zoologie expérimentale
GAUTHIER Henri	Géologie générale
VIRET	Géologie générale
WAUTIER	Zoologie
CHOPIN	Chimie biologique
CUEILLERON	Chimie
BRACONNIER	Méthodes Mathématiques de la Physique
EYRAUD Charles	Chimie-Physique Appliquée
SARAZIN	Physique Nucléaire
PERES	Physiologie
MESNARD	Electronique
GRANDMONTAGNE	Physique
BOLDIN	Botanique
BOUTILLIER	Minéralogie

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554216_0032

LAFUCRIERE	Physique Nucléaire
DREUX	Chimie organique
TEICHNER	Chimie industrielle
PAVANS de CECCATTY	Zoologie
DUFAY Maurice	Physique de l'atmosphère
MERLIN	Chimie analytique

Professeurs sans chaire

MM. GAUME	Physique
PHILBERT	Physique Nucléaire
COHEN-ADAD	Chimie
DEPRAZ	Physique Nucléaire
FERON	Mathématiques
LAFORGUE	Physique
DAVID Louis	Géologie générale
GAUTHIER Jean	Chimie
LEGAY	Zoologie expérimentale S.P.C.N.
UZAN	Physique S.P.C.N.
CHENEVOY	Géologie appliquée

Maîtres de Conférences

Mle MAITROT	Physique
MM. CHANEL	Psychophysiologie
ASCH	Physique
GINET	Zoologie
MAURY	Mathématiques
MICHEL	Minéralogie
Mme ERICSON	Physique générale
GEVIN	Géologie générale
PONASSE	Mathématiques
MARTEL	Mécanique
CHERY	Physique
LEFEBVRE	Mathématiques
d'INCAN	Physique
PERNET	Mathématiques
Mle GAUTHERON	Chimie Biologique
BERGEON	Physique C.S.U.
MATHIEU	Mécanique des Fluides (Ecole Centrale)
LUBET	Physiologie
DUCET	Biologie végétale
ERBELIA	Physique
DESCOTES	Chimie organique
PICARD	Mathématiques

Maîtres de Conférences Adjoints

M. PIERRON	Chimie
------------	--------

Secrétaire Principal Honoraire

M. ROUX

Secrétaire Principal

M. BURNET

AVANT PROPOS

Je suis heureux de pouvoir exprimer ici ma respectueuse reconnaissance à tous mes maîtres de l'Institut de Géologie de la Faculté des Sciences de Lyon qui m'ont instruit et m'ont donné la possibilité d'entreprendre cette étude.

Je tiens à remercier M. le Professeur GIGOUT qui, pendant l'exercice de ses fonctions de directeur du 3^o Cycle de Géologie du Quaternaire, m'a initié aux méthodes de cette discipline, m'a proposé le sujet de cette thèse, et m'a guidé lors de mes premières recherches sur le terrain.

Je veux exprimer ma profonde gratitude à M. le Doyen GAUTHIER qui a bien voulu se charger de patronner mon travail après le départ de M. Gigout, puis m'accueillir dans son laboratoire en qualité d'Assistant. Ses conseils et ses avis éclairés m'ont seuls permis d'achever la rédaction de ce mémoire.

Je remercie M. le Professeur VIRET, qui m'a fait profiter de sa parfaite connaissance des Mammifères quaternaires, et m'a ouvert les collections du Muséum d'Histoire Naturelle de Lyon.

Mes remerciements iront aussi à M. MAZENOT, Chargé de cours à la Faculté des Sciences, à qui je dois mon initiation aux méthodes de recherche et de détermination de la faune malacologique des loess, ainsi que pour ses utiles conseils pratiques.

Monsieur CORBEL, Maître de Recherches au C.N.R.S., m'a fait bénéficier de sa grande expérience du terrain et de ses connaissances de la morphologie et de la géologie des Dombes. Qu'il trouve ici l'expression de ma reconnaissance.

Je remercie enfin Mle LATREILLE, Assistant à l'Institut de Géologie, qui a bien voulu vérifier mes résultats d'analyses granulométriques ainsi que quelques déterminations de minéraux lourds.

I N T R O D U C T I O N

L'étude de la feuille de Villefranche au 50.000° est intéressante à plus d'un titre, en particulier en ce qui concerne les formations tertiaires et quaternaires de la basse vallée de la Saône et de la Bresse.

En effet, abstraction faite des terrains cristallins et secondaires de la bordure orientale du Massif Central, s'étendant en direction N-S de Limas à Lucenay en une crête étroite dominant la Saône et l'Azergues, la feuille de Villefranche comprend deux unités morphologiques principales

La plus importante située à l'E de la Saône, occupant la presque totalité de la feuille, appartient à la Bresse dont elle est l'extrémité sud-occidentale. C'est un plateau mollement vallonné et parsemé d'étangs.

La seconde unité, de moindre étendue, est constituée par une portion de la basse vallée de la Saône ayant une direction générale N-S.

Il est bien évident que la région considérée a, depuis longtemps, fait l'objet de recherches et de publications de la part de nombreux auteurs fort éminents, mais, de l'avis même de l'un d'eux (F. Bourdier, 1958), leurs travaux ont été considérablement gênés par l'absence d'une carte topographique précise et ceci d'autant plus que la morphologie du plateau domibiste est très confuse.

Actuellement la feuille au 50.000°, complétée par les feuilles détaillées au 20.000° publiées en 1952 par l'Institut Géographique National, constitue un document permettant une étude morphologique plus précise d'autant plus nécessaire que

les affleurements sont extrêmement rares en raison de la nature meuble des formations géologiques, de la végétation très importante et de la densité des propriétés privées sur les versants.

LE PLATEAU DES DOMBES

Limité à l'W par un talus d'érosion dit "Côtière de Saône", il s'étend à une altitude généralement inférieure à 300 m, et s'abaisse graduellement du S vers le N tandis que son réseau hydrographique a une tendance inverse. Dans la région qui nous intéresse, il présente une dorsale peu accentuée mais dépassant généralement la cote 300 m, de direction N-S, passant par Ambérieux en Dombes. Ce plateau est formé d'un soubassement de terrains pliocènes que l'on voit affleurer sur le flanc de la côtière. Il a été en partie recouvert par les glaciers alpins au Quaternaire. Ces glaciers se sont étalés largement, en éventail, jusque dans la région de Bourg en Bresse, mais ils ne semblent pas avoir franchi la vallée de la Saône à l'W dans les limites de la feuille de Villefranche. Comme l'a rappelé F. Bourdier (1958), les Dombes sont constituées par la partie S du plateau bressan qui est recouverte de dépôts morainiques. Certains auteurs, tel l'abbé J.M. Béroud (1906), ont tenté de démontrer l'existence de glaciers dans le massif du Beaujolais. Ces glaciers, descendus des hautes vallées au pied des montagnes, auraient même dépassé la Saône dans leur progression vers l'E. Actuellement, on a plutôt tendance à considérer les dépôts à faciès morainique du piedmont beaujolais comme les traces de formations pseudo-glaciaires. Ils seraient du type des "glaciers rocheux" des Alpes du Sud et en relation avec des phénomènes de nivation contemporains de l'avancée des glaciers alpins sur le plateau bressan (A. Cholley, 1926 - Fallot et Faure-Muret, 1950 - Journaux, 1956).

LA VALLEE DE LA SAONE

Dominée par le plateau dombiste à l'E, la Saône coule paresseusement au fond de sa vallée, en direction N-S, ne recevant qu'un seul affluent notable, l'Azergues, descendant des monts du Beaujolais et ayant curieusement une direction opposée, S-N, au moment où elle rejoint la Saône. Au confluent, à Anse, la Saône décrit une courbe brusque vers l'E, prenant la direction W-E sur une courte distance dans les environs de Trévoux pour reprendre peu après sa direction habituelle N-S. Il est à noter que cette rivière a creusé son lit au pied même du Massif Central alors qu'elle avait toute la place pour le faire ailleurs, au milieu de la Bresse notamment. Certains auteurs y voient une preuve de la subsidence de la vallée de la Saône en liaison avec des failles de direction également N-S qui affectent la bordure orientale du Massif Central et qui ont pu rejouer récemment comme d'autres indices le laissent supposer.

De part et d'autre de la rivière s'étage tout un système de terrasses quaternaires dont certaines, telle la terrasse de Villefranche, sont célèbres tant par leur position stratigraphique que par les documents paléontologiques et préhistoriques qu'elles ont livrés.

Au point de vue sédimentologique, presque toutes les formations à l'affleurement, aussi bien tertiaires que quaternaires, sont alluviales et essentiellement sableuses, graveleuses et caillouteuses.

L'étude granulométrique et minéralogique que l'on peut en faire, permet quelquefois d'en préciser les conditions de dépôt ainsi que l'origine. J'ai fait l'étude des sables de toutes les formations alluviales en traçant les courbes cumulatives et les courbes de fréquence afin de les comparer entre elles et d'essayer de voir plus précisément leur mode de sédimentation. Quant à l'étude minéralogique de ces mêmes sédiments, elle m'a permis de comparer leurs stocks respectifs de minéraux lourds et par-

fois de préciser leur provenance en me basant sur le fait, jusque là admis, que certaines espèces minérales sont plus particulièrement caractéristiques du domaine alpin (épidote, grenat, hornblende verte, glaucophane, chloritoïde), d'autres étant caractéristiques du Massif Central (andalousite, staurotide, disthène, sphène).

AGE DES FORMATIONS ETUDIEES

Stratigraphiquement, les terrains rencontrés dans la région s'étagent depuis le Pliocène inférieur jusqu'aux alluvions actuelles.

Pliocène

Le Pliocène inférieur, n'est visible qu'en de très rares endroits. Il est toujours représenté par des marnes dites "marnes de Bresse".

Le Pliocène moyen, comprenant les sables de Trévoux et de Montmerle, affleure plus largement, mais uniquement le long de la côtière de Saône et dans quelques vallées adjacentes.

Je rapporte au Pliocène supérieur les cailloutis ferrugineux des Dombes, que l'on rencontre en de nombreux affleurements sur le versant Saône du plateau dombiste, où ils forment de hautes terrasses. Ces cailloutis ont été souvent assimilés aux alluvions jaunes de la région lyonnaise. J'ai été conduit à les en distinguer et à les considérer comme d'un âge immédiatement antérieur. Pour ma part, les cailloutis ferrugineux des Dombes représentent le Villafranchien inférieur qui termine le Pliocène de notre région.

Quaternaire

Le Quaternaire le plus ancien, le Villafranchien typique, représenté classiquement dans la région lyonnaise par les "alluvions jaunes" de Sathonay et de la côtière du Rhône, ne me

semble pas présent sur la feuille de Villefranche. Théoriquement, il devrait se trouver en contrebas des cailloutis des Dombes rapportés au Pliocène supérieur (Villafranchien inférieur).

Les formations quaternaires sont ici constituées par les moraines avec leur cortège d'alluvions fluvio-glaciaires, les terrasses de la vallée de la Saône et le loess.

Les Moraines et leurs prolongements fluvio-glaciaires qui forment trois cônes étagés à des altitudes décroissantes m'ont conduit à admettre que, dans la région, le glacier des Dombes a dû être soumis à trois oscillations successives représentant trois stades d'avancée glaciaire séparés par des périodes de retrait pendant lesquelles les alluvions accumulées lors de ces avancées ont pu être érodées et étalées par les eaux de fusion.

Dans la vallée de la Saône, les changements de régime fluvial ont déterminé des phases d'alluvionnement alternées avec des phases de creusement pour aboutir au profil actuel de la vallée. Il en résulte un système de terrasses alluviales étagées à différentes altitudes.

Enfin le loess, sédiment éolien périglaciaire, recouvre à peu près tout le plateau des Dombes ainsi que certaines terrasses, ce qui permet de préciser l'âge relatif de celles-ci. Il est généralement fossilifère, surtout sur la bordure du plateau dombiste ; parfois, c'est un dépôt complexe. Très bien connu par les travaux de nombreux auteurs, je l'ai étudié en relation avec son substratum sur lequel il forme une couverture d'épaisseur variable n'excédant jamais quelques mètres.

lère P A R T I E

L E T E R T I A I R E

CHAPITRE I

LES MARNES DE BRESSE

Le soubassement de la Bresse et des Dombes est constitué par une formation marneuse et sableuse d'épaisseur variable rapportée au Pliocène inférieur. A cette époque, la mer avait envahi la vallée du Rhône et remontait jusque dans les environs de Givors. La Bresse était alors recouverte par un lac dans lequel une active sédimentation accumulait des dépôts constitués par des marnes et des sables fins siliceux à aspect molassique. Sur le pourtour de ce lac se formaient en même temps des minerais de fer en grains (Delafond et Depéret, 1894).

Ces auteurs distinguent trois subdivisions stratigraphiques dans ce Pliocène lacustre.

- La zone inférieure est constituée par les marnes de Mollon dont les affleurements sont cantonnés sur la lisière S des Dombes, entre Lyon et Pont d'Ain.
- La zone moyenne, formée par une alternance de sables, de marnes et d'argiles plus ou moins réfractaires, est appelée zone des marnes et sables de Condal. D'extension plus vaste, elle occupe à peu près toute la dépression bressanne proprement dite et la moitié N des Dombes.

- La zone supérieure, principalement marneuse, est appelée zone des marnes d'Auvillars. Elle est limitée à l'intérieur d'un quadrilatère dont les sommets sont Beaune, Auxonne, Neublans et Pont de Vaux.

Pendant que s'effectuaient ces dépôts, la forme de la cuvette bressane se modifiait progressivement. Il en résulte que la zone de Mollon est localisée dans le S, que la zone moyenne occupe presque toute la dépression tandis que les marnes d'Auvillars n'existent que dans la région centrale du côté de la lisière W.

Dans la région envisagée, seul affleure le complexe marneux moyen. Les mêmes auteurs signalent des marnes dans la vallée qui va de Jassans à Frans, en face de Ste Euphémie avec Mastodon arvernensis Cr. et Job., ainsi qu'à Mizérieux un peu plus à l'E et dans le ravin d'Herbevache entre Trévoux et Reyrieux.

Plus au N, ils rapportent qu'on les aurait signalées dans des puits à Peyzieu, Fareins, Montceau, Lurcy, Messimy, Sandrans, St Trivier sur Moignans, Villeneuve, Savigneux, Mizérieux, Ste Euphémie et Ambérieux en Dombes.

Pour ma part, et dans les limites du territoire étudié, j'ai observé en trois endroits une formation qui pourrait s'y rapporter (pl. 18, fig. 21).

A Baderand, au lieu dit "le Boutassier", au S de Ste Euphémie dans la vallée du Formans, rive gauche, à l'altitude de 215 m environ, existe un affleurement très réduit dont la puissance visible n'excède pas 30 cm sur une longueur de quelques mètres seulement. Il s'agit d'une formation d'argiles plastiques de couleur claire, jaune grisâtre, de texture feuilletée.

Beaucoup plus au N, 2,5 km environ au S de Villars les Dombes, sur la commune de Montagneux au lieu dit "la Verpillère",

à la cote 280 m environ, dans une tranchée de silo profonde de 1 m, apparaît une formation d'argiles bigarrées, de couleur bleu-rougeâtre, pouvant représenter la partie supérieure des marnes de Bresse.

Enfin à Chaleins, au lieu dit "St Jean de Vaux", l'affluent de la Saône "le Maître" entaille profondément la terrasse de Chaleins et reçoit un petit ruisseau sur sa rive droite. A cet endroit, dans le lit de cet affluent, apparaissent sur une faible distance des argiles plastiques bleu jaunâtres surmontées par une formation à gros galets et blocs anguleux que l'on peut rapporter à une moraine. Cet affleurement est à la cote 210 m approximativement.

Ces observations peuvent être complétées par des sondages qui ont été faits dans plusieurs villages des Dombes, et qui ont rencontré des formations argileuses assimilées aux marnes de Bresse. d'E en W ce sont :

<u>Sondage</u>	<u>Cote supérieure</u>	<u>Puissance traversée de la formation</u>
<u>Villars les Dombes</u>	255 m	+ de 5,5 m
<u>Bouligneux</u>	269 m	9 m
<u>Monthieux</u>	270 m	13 m
<u>Ambérieux en Dombes</u>	271,5 m	7,5 m
<u>Villeneuve</u>	250 m	6 m
<u>Messimy</u>	191 m	20 m

Il apparaît dans ces altitudes que le toit de la formation des marnes de Bresse présente un bombement dont le sommet atteint l'altitude de 271,5 m à Ambérieux en Dombes. L'observation de Montagneux à la cote 280 m est sur la ligne N-S passant par Ambérieux et les cotes des observations de

Chaleins et de Baderand, respectivement de 210 m et 215 m correspondent sensiblement à celle de Messimy située un peu plus à l'W. Ainsi il serait confirmé que la formation des marnes de Bresse présente une dorsale orientée N-S passant par Ambérieux et Villars les Dombes. Il est curieux de constater que la dorsale topographique actuelle passe par les mêmes endroits (pl. 5).

Les mouvements du sol amorcés au Pliocène inférieur, ayant abouti à chasser la mer de la vallée du Rhône et à vider le lac de Bresse, semblent avoir été enregistrés dans ces assises plastiques.

CHAPITRE II

LES SABLES DE L'HORIZON DE TREVoux ET DE MONTMERLE

Le long de la rive gauche de la Saône, de Trévoux à Montmerle, mais plus spécialement à Trévoux et à Riottier, en face de Villefranche, on voit d'anciennes sablières creusées dans une alluvion sableuse connue sous le nom de "Sables de l'horizon de Trévoux et de Montmerle". Ces sables ont depuis longtemps attiré l'attention des géologues tant par leurs caractères pétrographiques que par leur riche faune paléontologique. Ils ont été bien étudiés par Delafond et Depéret (1894) ainsi que par l'abbé J.M. Bérout qui leur a consacré une publication en 1909-1910. Actuellement, ces carrières ne sont plus exploitées et elles se dégradent plus ou moins rapidement. Ainsi certains gisements ont disparu sous les éboulis. C'est à Riottier (Villefranche n° 5, X = 302, Y = 130, Z = 173 m) en face de la plage de Villefranche que l'observation en est la plus aisée.

CARACTERES PETROGRAPHIQUES

La coupe, visible sur une hauteur d'une dizaine de mètres, montre une formation en apparence homogène de sables feldspa-

thiques et micacés gris avec intercalations de bancs jaunes dus à une patine ferrugineuse. La stratification, bien visible, est entrecroisée, les bancs sableux n'étant pas d'épaisseur uniforme mais plutôt de minces lentilles aplaties. Entre les lentilles de sable fin s'intercalent des passées formées d'éléments détritiques plus grossiers pouvant aller jusqu'à des graviers et provenant de la désagrégation d'une roche granitique comme l'indiquent certains fragments où les éléments de quartz et de feldspath sont bien observables dans ces niveaux. C'est également dans ces bancs grossiers qu'on peut recueillir localement une faune de mollusques gastéropodes pulmonés de grande taille. Les anciens auteurs l'ont bien décrite mais ne semblent pas l'avoir récoltée en cet endroit, mais seulement à Trévoux et à Montmerle où les affleurements sont actuellement bien dégradés, sinon disparus. Ces bancs de sable sont par endroits consolidés en grès dur à ciment calcaire, surtout dans la partie supérieure, formant des lames ou dalles de faibles dimensions, toujours orientées horizontalement. De très minces lentilles et galets d'argile pure existent dans cette formation à différents niveaux, disposés en cordons plus ou moins discontinus mais toujours de faible épaisseur. En certains endroits, cette argile a été épigénisée en limonite par des oxydes de fer, formant ce que l'on appelle des aetites ou pierres d'aigle. Leur forme est généralement globuleuse, arrondie ou aplatie. Parfois elles prennent l'apparence de véritables galets, à surface lisse et noirâtre, montrant une structure ocellée, parfois leur périphérie est mal délimitée ; leur surface est alors irrégulière, rugueuse et de couleur jaune brunâtre. Ces aetites sont formées de couches concentriques d'épaisseur variable, la concentration en oxydes de fer étant plus forte au centre et diminuant vers l'extérieur. Ces feuillets concentriques délimitent à l'intérieur une géode qui est généralement occupée par de l'argile

fine de couleur grise ou jaunâtre, non épigénisée et semblant s'être rétractée de façon à n'occuper qu'une partie du vide ainsi circonscrit. Ces concrétions sont assez fragiles, excepté celles dont l'épigénisation en limonite est achevée. Leurs dimensions varient de quelques centimètres à 20 cm et plus.

EXTENSION GEOGRAPHIQUE

De Trévoux à Montmerle, les sables pliocènes semblent former le soubassement de la côtière de Saône. Ils affleurent en de nombreux endroits (Pl. 19, fig. 22).

A l'E de Trévoux, leur extension semble limitée au ravin d'Herbevache, à mi-distance de Reyrieux, où je les ai reconnus dans une cave creusée au flanc NW du vallon, à la cote 220 m environ, tandis qu'ils tapissent la pente NE de cette même vallée.

A Saint Sorlin, ils affleurent au bas de la côtière de Saône à partir de la cote 225 m.

A Trévoux même, ces sables sont visibles dans de multiples petites carrières ouvertes au flanc du coteau face à la Saône.

Sur la route montant de Trévoux au lieu dit "les Tours", à la cote 220 m environ, on peut voir la coupe suivante (Pl. 6, fig. 1). De bas en haut :

- 1°) Sables de Trévoux 1 m
- 2°) Cailloutis à galets essentiellement siliceux 1,50 m
- 3°) Loess

Des affleurements importants sont encore visibles rue des lapins à la cote 220 m, ainsi qu'au faubourg de Beluison un peu plus à l'W, toujours à la même altitude.

MM. Falsan et Locard (1866) décrivent ainsi l'escarpement de Trévoux :

Limon et cailloutis du plateau	?
Galets de quartzites et de roches des Alpes, avec sables ferrugineux	25,00 m
Marne feuilletée, grise, tachée de jaune	2,00 m
Sable fin, micacé, ferrugineux, avec quelques graviers et quartzites alpins ; quelques zones sont très ferrugineuses ; stratifica- tion entrecroisée	12,00 m
Sable fin, jaunâtre, parfois aggloméré, concrétions calcaires et fragments de marnes feuilletées, d'un blanc jaunâtre. Stratification entrecroisée ; mammifères, mollusques, bois ferrugineux, empreintes de feuilles	6,00 m
Sable jaunâtre, fin, aggloméré, à aspect molas- sique, concrétions calcaires, fragments de marnes feuilletées, aetites et mêmes fossiles que ci-dessus. Plusieurs caves sont creusées dans ces sables molassiques	7,00 m
Sables semblables à ceux ci-dessus ; la partie inférieure est recouverte par des éboulis et par des alluvions de la Saône	20,00 m

La ressemblance des sables de Trévoux avec la molasse miocène est assez grande pour que divers auteurs aient jadis classé cette formation dans le Miocène, font remarquer Delafont et Depéret (1894). Mais cette opinion a dû être abandonnée lorsqu'il a été établi que ces sables renferment de nombreux débris de Mastodon arvernensis et de Rhinoceros leptorhinus.

Dans la vallée du Formans, rive droite, en face de St Didier de Formans, un affleurement est visible le long de la route au lieu dit "les Musardes".

A St Didier de Formans, lieu dit "les Creuses" et à Baderand, lieu dit "le Boutassier", s'observe une formation sableuse analogue aux sables de Trévoux.

Le long de la route de Toussieux, à mi-chemin entre les lieux dits "la Torine" et "le Poyat du Chêne", une carrière entame à la cote 230 m une formation sableuse que j'assimile également aux sables de Trévoux.

Au S de Jassans Riottier, les sables affleurent au lieu dit "le Merlin", cote 200 m environ, et à "la Cariatte", à la même altitude.

On les trouve à Riottier, où ils forment des balmes situées en bordure même de la route N 433 qui longe la Saône, à l'altitude approximative de 175 m.

Plus au N les affleurements se font plus rares, mais à Beauregard, j'ai retrouvé ces mêmes sables dans les fondations d'une maison en construction, toujours vers la cote 200 m.

Enfin, à Montmerle, sur la rive droite du petit ruisseau l'Appeum, les sables sont visibles dans les champs jusqu'aux abords d'Amareins à l'E.

Cependant, l'abbé Bérout pense que les assises sableuses de Trévoux se poursuivraient à l'E bien au delà de Reyrieux, intercallés au sein de graviers ferrugineux de même âge. Il les signale également à Ste Euphémie où ils se juxtaposeraient à de puissantes assises de conglomérats ayant fourni des restes de mastodonte. Actuellement, l'affleurement a totalement disparu.

D'après Delafond et Depéret (1894), les sables buteraient en ce point contre les marnes de Bresse à Paludines, mais un puits foré dans la vallée, à 10 m de profondeur, n'a rencontré que les sables.

Enfin, et d'après les mêmes auteurs, ces sables auraient été reconnus au delà de Montmerle jusqu'à Pont de Vaux.

En bordure du Jura, entre St Amour, et Lons le Saunier, des puits auraient traversé une formation sableuse assimilée aux sables de Trévoux, ce qui leur donnerait une extension considérable vers le N-E.

L'abbé Béroud les signale également à Massieux, sous forme de puissantes assises de sables plutôt grisâtres avec bancs de poudingues et de grès de même nuance, mais il pense qu'il se pourrait aussi que nous soyons alors en présence des assises du Pontique qu'il croit avoir reconnues à Reyrieux. D'après lui, ces sables constituent non seulement la plupart des coteaux de la rive gauche, mais leur masse puissante descend même au-dessous de la vallée de la Saône pour se montrer de nouveau sur la rive droite où Falsan et Locard les signalent à St Germain au Mont d'Or à hauteur de la gare, dans un forage où ils auraient récolté de nombreux Zonites colonjoni Mich et Helix chaixi Mich.

Ils ont été reconnus dans divers sondages à Villefranche sur une épaisseur de plus de 20 m. Lors du forage du puits de l'usine Chazy Mulsant, on a pu se rendre compte qu'ils reposent à la cote 140 m sur des argiles vertes, brunes, rouges ou jaunâtres avec galets, sables, rognons de silex et grains pisolithiques que J.M. Béroud rapporte à l'Eocène inférieur (?).

Les sables de Trévoux auraient été signalés aussi à St Georges de Reneins.

Ainsi que le disent Delafond et Depéret, il est admis que ces sables se seraient déposés dans une immense dépression ou

vallée creusée au sein des dépôts lacustres du Pliocène inférieur, marnes bleues avec lignites et assises de sables fins siliceux, micacés, que l'érosion aurait entamés sur plus de 100 m d'épaisseur (pl.23, fig.27). J.M. Bérourd pense que la base de ces sables de Trévoux se trouverait à une profondeur de 25 m environ au-dessous du thalweg actuel de la Saône, à tel point que les marnes ont complètement disparu de l'emplacement de la vallée. Or, comme sur la rive gauche les sables dominant encore de 95 à 105 m le thalweg actuel (167 m), il donne à cette formation une puissance au moins égale à 130-135 m sans tenir compte de l'érosion dont elle aurait pu être l'objet depuis son dépôt.

Cet auteur affirme aussi la contemporanéité des graviers et cailloutis ferrugineux de Sathonay, autrement dit les alluvions jaunes lyonnaises, avec les assises des sables de Trévoux, en disant que ces deux formations se juxtaposent et se pénètrent. A Reyrieux, où il voyait le point de jonction de ces deux sédiments, il aurait récolté plusieurs dents et ossements de mastodonte ainsi qu'une mandibule de Rhinoceros lepthorhinus Guy.

Nous verrons plus loin que cette opinion ne peut être retenue.

ORIGINE

L'origine des sables de Trévoux a, de tout temps, préoccupé les auteurs. En effet, cette masse sableuse très localisée, forme une assise singulière dans la vallée de la Saône.

Delafond (1884, p. 163), a découvert que les sables de Trévoux ravinent les marnes à Paludines du Pliocène inférieur, entre Trévoux et Reyrieux, dans le ravin d'Herbevache. Aujourd'hui, cette coupe a disparu. Il éliminait ainsi l'hypothèse d'un accident de sédimentation au sein des marnes de Bresse, et il démontrait l'indépendance des deux formations.

L'aspect même des sables de Trévoux, à allure molassique, est différent des sédiments qui constituent le soubassement des Dombes. De même, ils ne présentent aucune analogie avec les sables qui constituent les terrasses de la Saône, non plus qu'avec les alluvions actuelles de cette rivière. Pour cette raison, on leur a jadis attribué une origine vosgienne.

J.M. Béroud (1909, p. 10), émit deux autres hypothèses :

1°) Les sables de Trévoux pourraient provenir du démantèlement de la molasse d'eau douce pontienne. A l'appui de cette théorie, l'auteur fait valoir l'analogie frappante qui existerait entre les deux formations.

2°) Les sables de Trévoux pourraient résulter du remaniement des marnes et sables de Bresse du Pliocène inférieur, comme le laisserait supposer la présence de paquets d'argile et de marnes jaunâtres au sein de la formation sableuse.

Quoi qu'il en soit, cet auteur pense que les sables et cailloutis ferrugineux représenteraient la terrasse alluviale du Rhône et de la Saône au Pliocène moyen, ayant dû atteindre la cote 275 m maximum.

Pour F. Bourdier, l'origine des sables de Trévoux n'est pas claire, d'autant plus que certains auteurs ont laissé entendre qu'ils auraient été formés à partir d'éléments provenant du Massif Central tout proche. Seule, selon cet auteur, une analyse minéralogique permettrait de confirmer ou d'infirmer cette hypothèse. J'ai donc procédé au prélèvement de deux échantillons de sable, l'un dans un niveau fin, l'autre dans un niveau graveleux, que j'ai soumis aux analyses morphoscopique granulométrique et minéralogique.

Analyse morphoscopique

Sables du niveau fin. Ce sable est formé par de nombreux grains de quartz généralement peu roulés, émous-

sés luisants, indiquant un transport assez long dans l'eau. Certains grains sont non usés. Les grains d'orthose rose sont rares dans ce niveau, de même que ceux des plagioclases blancs. Par contre les micas sont extrêmement nombreux, surtout la muscovite en paillettes à bords bien arrondis ; quelques rares biotites subsistent au milieu de nombreuses chlorites complètement argilisées. Dans les éléments de diamètre inférieur à 0,31 mm, les micas deviennent rares et la majorité du sédiment est composée de grains de quartz associés aux feldspaths.

Niveau graveleux

Le sable est ici constitué essentiellement par des grains de quartz généralement émoussés luisants, parfois non usés mais toujours mal arrondis. Il existe de nombreux feldspaths blancs mais l'orthose est rare. Les micas sont en nombre insignifiant et représentés à peu près uniquement par des paillettes de muscovite. Il subsiste de très rares biotites et chlorites.

Analyse granulométrique

Courbe granulométrique des sables du niveau graveleux pl. 1 fig. 1

Courbe granulométrique des sables du niveau fin pl. 1 fig. 2

Ces deux courbes de fréquence montrent un seul maximum bien accentué, ce qui indique que ces sables ont une origine probablement unique. La courbe 2 surtout, très régulière, se rapproche de la courbe de fréquence idéale et traduit un sédiment homogène, bien trié. La courbe 1 est moins régulière mais montre cependant une prédominance d'éléments fins.

Les caractéristiques et indices de ces deux courbes sont les suivantes :

Définitions des abréviations employées :

Med : Médiane ou point d'ordonnée 50 %

Q₁ : 1er quartile ou point d'ordonnée 75 %

Q₃ : 3ème quartile ou point d'ordonnée 25 %

Moy : Moyenne = $\frac{Q_1 + Q_3}{2}$

E : Ecart semi inter quartiles arithmétique = $\frac{Q_1 - Q_3}{2}$

Courbe 1

Indices Unités	Med	Q ₁	Q ₃	Moy	E
Alpha	5,8	3,4	7,4	5,9	2
mm	0,26	0,46	0,18	0,26	0,63

Courbe 2

Indices Unités	Med	Q ₁	Q ₃	Moy	E
Alpha	6,2	5,3	6,8	7,05	0,75
mm	0,24	0,3	0,22	0,2	0,84

Analyse minéralogique

Echantillon 1

Teneur en calcaire : 30 %

Teneur pondérale en minéraux lourds :

Fraction 1 (grossière) : 0,18 %

" 2 (moyenne) : 0,82 %

" 3 (fine) : 3,16 %

Teneur globale : 0,98 %

Liste minéralogique

Epidote	36 %	} 82 %
Grenat	31 %	
Amphibole	15 %	
Tourmaline	3,5 %	
Zircon	8 %	
Rutile	1 %	
Sphène	1,5 %	
Staurotide	4 %	

Echantillon 2

Teneur en calcaire : 22,5 %

Teneur pondérale en minéraux lourds :

Fraction 1	:	0,25 %
" 2	:	0,64 %
" 3	:	5,55 %

Teneur globale : 1,50 %

Liste minéralogique

Epidote	38 %	} 89,5 %
Grenat	20,5 %	
Amphibole	31 %	
Tourmaline	2,5 %	
Zircon	1 %	
Rutile	1 %	
Sphène	0,5 %	
Staurotide	3,5 %	
Disthène	2 %	

Ces deux listes minéralogiques traduisent la présence d'un fond de minéraux alpins auquel vient s'ajouter un apport plus

faible du Massif Central. En effet, l'association épidote, grenat, amphibole, atteint en moyenne plus de 85 % du total, comme dans les molasses d'origine alpine de la région lyonnaise. Cependant, on remarquera l'absence des minéraux caractéristiques du cortège alpin, glaucophane et chloritoïde. Mais ce sont des minéraux fragiles qui, dans le cas d'un remaniement de matériel alpin, auraient certainement disparu.

Les minéraux de métamorphisme, caractéristiques du Massif Central, le staurotide et le disthène, sont présents dans le stock minéralogique lourd des sables de Trévoux, de même que le sphène, mais en très faible quantité.

Ainsi, il apparaît que l'origine des sables de Trévoux est complexe. A un apport fondamental alpin s'est ajouté un apport plus faible, en provenance du Massif Central. Je crois que l'on pourrait rechercher l'origine des sables de Trévoux dans des assises gréseuses du Miocène terminal qui existent en Bresse, et qui ont pu affleurer jadis, fournissant ainsi l'essentiel du matériel sableux. L'apport du Massif Central, certain, restait cependant modeste tout en provenant, sans doute, des affleurements cristallins locaux du Beaujolais.

Quant il s'agit de l'épaisseur et de l'extension de cette formation, l'abbé Bérout semble être en contradiction avec les autres auteurs, et aussi avec les résultats des sondages effectués dans la région et figurés pl. 5. Nulle part sur le plateau, en effet, ces sondages n'ont rencontré de formation susceptible d'être rapportée aux sables de Trévoux. Mais dans des puits creusés récemment à proximité de la Saône, M. Thorat les signale aux lieux suivants :

A Guéreins, le sondage aurait rencontré les sables pliocènes à 8 m de profondeur et l'épaisseur totale de la formation en cet endroit serait de 14 m seulement.

A St Georges de Rencins, au lieu dit "Port Rivière", les sables auraient été rencontrés à la cote 140 m mais n'auraient pas été traversés.

Si l'on s'en réfère aux chiffres donnés par Béroud lui-même selon lesquels la base des sables de Trévoux se trouverait à la cote 140 m environ, on ne saurait leur reconnaître une épaisseur de plus de 80 m, 90 m au maximum, étant donné que nulle part on ne signale leur sommet à une altitude supérieure à 230 m.

AGE DE LA FORMATION DES SABLES DE TREVoux

A Trévoux et à Montmerle, les assises sableuses ont livré de nombreux restes de mammifères et de mollusques continentaux. Cette faune, déjà étudiée par Delafond et Depéret a été reprise et complétée par l'abbé J.M. Béroud (1909-1910).

Mollusques

- Testacella deshayesi Michaud, 1855
Grandipatula (Macrozonites) collongeon
collongeon (Michaud, 1855)
Klikia (Apula) amberti (Michaud, 1855)
Hemicycla nayliesi nayliesi (Michaud, 1855)
+ Tacheocampylaea (Mesodontopsis) chaixi chaixi (Michaud,
1855)
Triptychia (Mioptychia) terveri terveri (Michaud, 1855)
Coretus philippi (Locard, 1888)
+ Bulimus loberonensis dolphinensis (Locard, 1888)
Bulimus tentaculatus tentaculatus (Linné, 1867)
+ Viviparus falsani (Fischer, 1867)
+ Viviparus spurius (Brusina, 1874)
+ Viviparus ventricosus (Sandberger, 1875)

- Melanopsis antiqua antiqua Férussac, 1823
+ Melanopsis lanceolata Neumayr, 1875
+ Melanopsis rhodanica Locard, 1888
Theodoxus (Calvertia) philippianus (Locard, 1888)

Je donne cette liste paléontologique sous toute réserve, la vérification des déterminations n'ayant pas été faite. Les espèces marquées du signe + sont représentées dans les collections de l'Institut de Géologie de Lyon.

Vertébrés

<u>Ursus arvernensis</u>	<u>Croizet</u> et <u>Jobert</u>
<u>Cervus (Capreolus) australis</u>	<u>de Serres</u>
<u>Palaeoryx cordieri</u>	<u>de Christol</u>
<u>Mastodon arvernensis</u>	<u>Croizet</u> et <u>Jobert</u>
<u>Rhinoceros leptorhinus</u>	<u>Cuvier</u>
<u>Tapirus arvernensis</u>	<u>Dev.</u> et <u>Bouillet</u>
<u>Lepus sp.</u>	
<u>Castor sp.</u>	

L'Institut de Géologie de la Faculté des Sciences de Lyon possède un nombre important de pièces osseuses appartenant à ces divers genres de Mammifères et provenant des gisements suivants :

Trévoux :

Mastodon arvernensis Croiz. et Job.

7 molaires dont 2 moulages

2 fragments de défense

Rhinoceros leptorhinus Cuv.

1 molaire

1 symphise de mandibule jeune

1 fragment de bassin

Ursus arvernensis Croiz. et Job.

1 canine

Palaeoryx ?

1 frontal et partie d'occipital

Ruminant

1 cuboscaphoïde

Castor sp.

1 mandibule

Lepus sp.

1 fragment de fémur

Reyrieux :

Mastodon arvernensis Croiz. et Job.

1 molaire

1 molaire 3 inférieure de petit sujet

Ste Euphémie :

Mastodon arvernensis Croiz. et Job.

1 molaire

2 fragments de défense

Montmerle :

Cervus sp.

1 fragment de bois

St Germain au Mont d'Or :

Mastodon arvernensis

1 fragment de défense

Végétaux

Empreintes de Fagus sylvatica var pliocenica.

La faune de mollusques contient des espèces terrestres que l'on retrouve à tous les niveaux du Pliocène et des espèces d'eau douce qui se retrouvent aux différents niveaux des dépôts lacustres du Pliocène inférieur.

Quant à la faune mammalogique, elle est analogue dans ses grandes lignes à la faune de Montpellier appartenant au Pliocène moyen. Les espèces Palaeoryx cordieri de Christol et Rhinoceros leptorhinus Cuv. sont typiquement pliocènes tandis que d'autres se poursuivent dans le Villafranchien, mais aucune forme typiquement villafranchienne ne figure dans la faune des sables de Trévoux. Ainsi, la paléontologie et la stratigraphie s'accordent pour conférer aux assises sableuses de Trévoux et de Montmerle un âge Pliocène moyen.

Quant aux cailloutis ferrugineux de Bresse et aux alluvions jaunes de Sathonay, ils ne sauraient être synchronisés à la formation des sables de Trévoux et de Montmerle. Les cailloutis se rencontrent toujours à partir d'une altitude constante d'environ 225 m, et dans les points où ils sont observables ils surmontent toujours les sables du Pliocène moyen. Même aux gravières de Balmont entre Trévoux et Reyrieux, où nous voyons ces cailloutis contenir une lentille sableuse, d'ailleurs d'allure différente des sables de Trévoux situés immédiatement à l'E, nous sommes en présence uniquement des cailloutis ferrugineux de Bresse. Nulle part on ne voit, dans les carrières creusées au sein même de la formation sableuse, de tels cailloutis. Nulle part on ne saisit un passage latéral aux cailloutis de Bresse. Au contraire, l'hypothèse de deux formations superposées et différentes s'accorde mieux avec les observations que j'ai pu faire ou contrôler et qui seront développées dans le chapitre suivant. Pour ma part, je considère comme plus récente la formation des cailloutis et sables ferrugineux de Bresse que je vais étudier ci-après.

CHAPITRE III

LES CAILLOUTIS ET SABLES

FERRUGINEUX DES DOMBES

Après le dépôt des sables de Trévoux et de Montmerle au Pliocène moyen, l'alluvionnement n'aurait pas cessé, mais au contraire, se serait poursuivi et même amplifié, de telle sorte que les sédiments accumulés pendant cette période auraient pris l'allure plus grossière de cailloutis et sables, directement superposés sans interruption aux assises sableuses antérieures.

Pour l'abbé J.M. Béroud, les cailloutis et sables ferrugineux qui surmontent les sables de Trévoux seraient contemporains de ceux-ci, et il voyait le passage latéral d'une formation à l'autre dans les carrières de Reyrieux. Pour cet auteur, ces deux formations seraient aussi l'équivalent des alluvions jaunes de Sathonay.

Ainsi un seul cycle sédimentaire aurait été responsable de la formation de ces trois types de dépôts. Mais nous avons vu que si des lentilles sableuses sont observables en d'assez rares endroits dans les cailloutis et sables de Bresse, en particulier à Reyrieux, nulle part on n'observe au sein de la formation homogène des sables de Trévoux de tels cailloutis. Quand la limite entre les sables de Trévoux et les cailloutis ferrugineux de Bresse est visible, elle se situe toujours vers

l'altitude de 225 m, le long de la côtière de Saône et dans les vallées affluentes. De plus, jamais je n'ai observé de ravinement entre les deux formations. La sédimentation semble continue d'une assise à l'autre, mais avec un important changement de régime des eaux qui résulte d'un climat sans doute différent et justifie par là une coupure entre deux époques successives et distinctes.

Quoi qu'il en soit, il apparaît déjà que l'aire de dispersion de ces cailloutis est plus considérable que celle des sables de Trévoux qui se trouvent cantonnés uniquement à l'emplacement de la vallée de la Saône actuelle. Si aucun sondage dans les Dombes n'a pu mettre en évidence de tels sables superposés aux marnes de Bresse, en revanche, plusieurs puits ont rencontré à faible profondeur une formation caillouteuse que l'on peut assimiler à ces cailloutis ferrugineux (Pl. 5).

A Villars les Dombes, un sondage rencontre ces cailloutis sous forme de poudingue à la cote 268 m et les traverse jusqu'à la cote 255 m soit sur une puissance de 13 m. Seule, la partie supérieure de la formation est consolidée sur une faible épaisseur.

A Bouligneux, ils sont atteints à la cote 275,5 m et ont une puissance de 6 m environ.

A Villeneuve, le sondage traverse une formation caillouteuse entre 253 m et 250 m, sur une épaisseur de 3 m. Ici également, la partie supérieure de la formation est consolidée en poudingue.

A Trévoux même, Falsan et Locard estiment à 25 m la puissance des cailloutis à galets de Quartzites et roches des Alpes mêlés à des sables ferrugineux.

Je les ai rencontrés également en de nombreux endroits, soit dans des coupes naturelles ou carrières, soit tapissant des pentes dans les petites vallées affluentes de la Saône. Ce sont mes observations que je vais maintenant rapporter (pl.20)

A Proulieu, au lieu dit "le Buyat" (Villefranche n° 6 X = 343, Y = 12) à la cote 255 m, existe une importante carrière creusée dans une formation caillouteuse et sableuse d'apparence mal stratifiée, à éléments bien roulés de petite taille (4 cm). La formation est altérée dans son ensemble sur toute la hauteur de la coupe qui atteint au moins une dizaine de mètres : plus de calcaire ou presque, galets cristallins profondément altérés ou complètement arénisés. Des poches de rubéfaction très importantes affectent la masse du sédiment à différents niveaux. On remarque que la taille des galets s'accroît de la base vers le sommet. Au tiers de la hauteur en partant du bas, un horizon non discontinu enrichi en sels de fer et de manganèse s'étend à peu près horizontalement.

A Reyrieux, lieu dit "Gigneux" (Villefranche n° 6, X = 261, Y = 191) à la cote 250 m, sur le chemin des Creuses côté N, affleure une formation alluviale sableuse et caillouteuse bien stratifiée, essentiellement constituée par des galets quartzeux, à rares galets calcaires et cristallins, ceux-ci très altérés et friables. Quelques passées sableuses ou lentilles contenant des galets argileux épigénisés en limonite s'intercalent dans la masse des cailloutis. Cette même formation affleure au hameau de Cornu à la bifurcation des routes et à la cote 245 m (Villefranche n° 6, X = 243, Y = 216).

A Balmont, à l'E du château des Balmes en allant vers Trévoux, au point de bifurcation des routes D 6 et D 28, côté N (Villefranche n° 6, X = 200, Y = 234), un affleurement montre une alluvion à galets mal triés, de nature essentiellement

siliceuse, emballés dans une matrice sableuse rubéfiée, de texture plus fine au sommet qu'à la base. La stratification est peu visible. Plusieurs petits affleurements semblables existant en allant vers Trévoux le long de la route D 6.

Au lieu dit "la Grande Verchère", immédiatement à l'E de Proulieu, le long du chemin de direction W-E, à partir de la cote 240 m existent des affleurements de cailloutis ressemblant aux cailloutis ferrugineux, et contenant de gros blocs de calcaire alpin mal roulés, et même quelques galets striés. Mais la matrice est analogue à celle des cailloutis ferrugineux, avec prédominance de galets de quartzite alpins bien roulés et arrondis, de couleur jaune ocracé. Ces cailloutis sont cimentés en certains endroits, à apparence morainique en d'autres car il n'existe aucun classement ni stratification visibles. Peut être sommes-nous là en présence de ce que F. Bourdier appelle le deuxième complexe d'alluvions jaunes à faciès morainique, opposé au complexe à faciès purement fluvial. Il ne m'apparaît pas possible de rapporter ces dépôts aux cailloutis et sables ferrugineux des Dombes.

Mais l'affleurement le plus important de cette formation des cailloutis et sables ferrugineux se situe au lieu dit "la Balthazarde" (Villefranche n° 6, X = 130, Y = 234), au débouché du ravin d'Herbevache. Là existent de très importantes carrières actuellement exploitées. La formation est entaillée depuis le niveau 225 m jusqu'au niveau 237 m soit sur une hauteur d'environ 12 m (Pl. 6, fig. 2). L'allure du sédiment n'est pas homogène ; on peut y distinguer plusieurs cycles successifs :

1) A la base, sur une hauteur de 2 m, on peut observer la coupe suivante :

- Des bancs de sables à stratification horizontale.
- Des lits de galets intercallés, à matrice sableuse.

- 2) Immédiatement au-dessus, et sur une puissance de 4 à 5 m repose une alluvion caillouteuse avec alternance de lits sableux et de lits à galets, le tout à stratification inclinée de 30° environ, mais apparemment de même nature que la formation sous-jacente.
- 3) Enfin au sommet, la stratification est de nouveau horizontale ; sur une épaisseur de 6 à 7 m, on peut distinguer
 - A la base, une alluvion graveleuse à matrice sableuse.
 - Banc de sable à stratification horizontale au sommet contenant des lits caillouteux et un niveau consolidé en grès, ainsi que des lentilles argileuses d'assez grande dimension disséminées vers la base.
 - Au sommet, des alluvions caillouteuses consolidées par places en poudingue très dur par de la calcite.

L'ensemble, qui présente une allure incontestablement fluviatile, témoigne d'un régime varié des courants pour avoir provoqué sur une aussi faible épaisseur de telles différences de sédimentation. Pour en reconnaître la physionomie granulométrique et minéralogique, j'ai effectué deux prélèvements de sable, l'un dans le banc sableux horizontal, l'autre dans la matrice sableuse des cailloutis. Mais d'abord je vais donner la composition du sédiment après examen à la loupe binoculaire.

PRELEVEMENT DANS LE NIVEAU SABLEUX

Le sable est formé pour moitié par des grains de quartz et pour moitié par des grains de feldspath. Parmi les feldspaths, l'orthose est très rare, la presque totalité des éléments

étant des plagioclases blancs. De très rares micas, surtout des chlorites, figurent dans le sédiment. L'aspect de tous ces grains est anguleux, non roulé, non usé. Seuls quelques plus gros éléments présentent un émoussé luisant caractéristique des sables fluviatiles. Mais l'ensemble de la formation est constituée d'unités de très petite taille (moins de 1 mm) qui n'ont rien de caractéristique quant au mode et à l'agent de transport.

Analyse granulométrique (Pl. 1, fig. 4)

La courbe de fréquence est assez régulière dans son ensemble, mais présente trois maxima rapprochés dont le plus important concerne la fraction grossière des sables moyens. On remarque qu'il y a très peu de sables grossiers, de même que très peu d'éléments fins, comme dans une courbe type, la presque totalité du sédiment étant constituée par les éléments de grosseur intermédiaire. Cela indique un régime général à peu près constant n'ayant permis le dépôt que de la phase moyenne mais avec des variations internes, sans doute représentées par plusieurs courants successifs ou simultanés ayant présidé au tri et au dépôt de la formation.

Tableau des indices

Indices Unités	Med	Q ₁	Q ₃	Moy	E
Alpha	6	5,2	7,2	6,2	1
mm	0,25	0,3	0,19	0,24	0,8

Analyse minéralogique

Teneur en calcaire : 16 %

Teneur pondérale

classe I	0,0405 g	soit	0,15 %
" II	1,2337 g	"	1,1 %
" III	0,7082 g	"	5 %
Total	1,9824 g	"	1,25 %

Le pourcentage total des minéraux lourds, 1,25 % est assez considérable, mais il est à remarquer surtout les 5 % figurant dans la classe des éléments fins, pourcentage assez exceptionnel.

Liste minéralogique

Epidote	77 %	}	91 %
Grenat	6 %		
Amphibole	8 %		
Tourmaline	1 %		
Zircon	3 %		
Rutile	1 %		
Glaucophane	4 %		

Un tel stock minéralogique comprenant 91 % des espèces suivantes : épidote, grenat, amphibole, correspond bien à un sédiment d'origine alpine. On remarquera l'abondance des épidotes, et la faible proportion des grenats. L'amphibole est ici un élément accessoire, de même que la tourmaline et le zircon. Mais le minéral intéressant qui apparaît ici est le glaucophane, minéral alpin caractéristique, qui figure dans la liste pour 4 % du total, ce qui est considérable.

L'origine alpine de ces sables ne peut donc pas faire de doute.

PRELEVEMENT DE MATRICE DU NIVEAU CAILLOUTEUX

La composition minéralogique de ce sable interstitiel est sensiblement la même que celle des bancs sableux précédemment décrits. Cela ne surprend pas étant donné que l'origine des deux sédiments est la même. Dans la morphoscopie des grains, de diamètre moyen légèrement supérieur à ceux des sables précédents, on ne note qu'une faible différence dans l'usure un peu plus prononcée des grains de quartz.

Analyse granulométrique (Pl. 1, fig. 3)

La courbe de fréquence traduit un sédiment moins bien trié que le précédent, ce qui est parfaitement normal. Les éléments grossiers font leur apparition sous la forme d'un maximum peu accentué et assez étalé. Ce sont toujours les éléments moyens qui forment la majorité du sédiment, et présentent le maximum de fréquence le plus accusé. Ici aussi l'apport a dû se faire par plusieurs courants qui pouvaient se contrarier.

Tableau des indices

Indices Unités	Med	Q ₁	Q ₃	Moy	E
Alpha	4,8	2,5	5,8	4,15	1,65
mm	0,33	0,57	0,26	0,39	0,69

Analyse minéralogique

Teneur pondérale

classe I	0,0870 g	soit	0,16 %
" II	1,4802 g	"	1,85 %
" III	0,3265 g	"	6 %
Total	1,8937 g	"	1,05 %

Le pourcentage des minéraux lourds est dans l'ensemble plus faible que dans le cas précédent. Par contre, on remarque la très forte teneur en minéraux lourds de la phase la plus fine qui s'explique peut être par le triage subi au cours du transport.

Liste minéralogique

Epidote	45 %	}	87 %
Grenat	35 %		
Amphibole	7 %		
Tourmaline	6 %		
Rutile	2 %		
Chloritoïde	2 %		
Topaze	2 %		
Sphène	1 %		

Si le pourcentage des espèces associées épidote, grenat, amphibole ne change guère par rapport au sédiment précédent, la ventilation de ces pourcentages varie beaucoup, sauf en ce qui concerne l'amphibole qui garde la même concentration. Ici, le pourcentage des épidotes tombe de 77 à 45 % et celui des grenats monte de 6 à 35 %. Ceci est une variation considérable.

Le glaucophane disparaît de la liste, mais le chloritoïde, autre minéral alpin caractéristique, apparaît avec le pourcentage de 2 %. Corrélativement, le sphène prend part au stock minéralogique pour 1 % mais c'est un minéral peu caractéristique du Massif Central. Il y a eu sans doute un très faible apport étranger à l'apport principal alpin. Néanmoins, la provenance alpine des cailloutis et sables ferrugineux des Dombes est certaine. Le Massif Central étant proche, quelques torrents qui en descendaient sont venus mêler leurs eaux et leurs alluvions à ceux qui arrivaient des Alpes, mais ils ont dû être rapidement arrêtés dans leur progression vers l'E par la masse bien plus considérable de l'apport alpin.

A Trévoux même, une coupe sur la route menant au réservoir d'eau situé au sommet de la côtière, montre à une altitude de 225 m les cailloutis ferrugineux surmontant les sables de Trévoux (Pl. 6, fig. 1) et eux mêmes recouverts par un limon.

Au Château de Corcelles, à l'W de Trévoux, il existe un aplanissement assez marqué à l'altitude de 225 m, soit à 55 m au-dessus du niveau de la Saône actuelle. L'observation en surface montre un sol presque entièrement formé de galets de taille moyenne ou petite, très émoussés et bien roulés, de nature exclusivement siliceuse, dont l'aspect rappelle les cailloutis ferrugineux repérés à Trévoux même.

Dans la vallée du Formans, rive gauche, le faciès caillouteux se rencontre généralement à partir de la cote 225 m et les cailloutis ferrugineux ont été mis en évidence en plusieurs endroits.

Ainsi, dans le petit vallon de Roncheveux, au S de Baderand, les versants paraissent formés par une colluvion à galets quartzeux provenant sans doute des cailloutis ferrugineux sous-jacents mêlés à un limon de pente postérieur.

Au lieu dit "le Tollard", au S de Ste Euphémie, en plusieurs endroits le long de la route qui mène à Trévoux, des affleurements d'alluvion caillouteuse et ferrugineuse, souvent consolidée en poudingue à éléments siliceux mais contenant encore des galets calcaires et cristallins reconnaissables, témoignent de la présence de cette formation.

Au hameau du Poyat du Chêne, à l'W de Toussieux, vers la cote 230 m, une coupe de terrain dans le versant permet d'observer une formation sableuse à lentilles rubéfiées surmontée de cailloutis très altérés, sans discontinuité apparente. Sur toute la hauteur de la coupe, l'altération et la rubéfaction sont intenses. Les éléments cristallins sont devenus friables ou pulvérulents. Certains galets siliceux sont épuisés. Tous les calcaires ont été dissous par les eaux météoriques. Ne restent intacts que les galets formés de quartzite des Alpes, et encore sont-ils fortement rubéfiés et patinés sur une certaine épaisseur. La matrice sableuse est rougeâtre et abondante. Ici encore nous avons donc la succession Sables de Trévoux - Cailloutis ferrugineux.

A Toussieux, lieu dit "les Bruyères", cote 256 m sur le plateau, n'existent pas d'affleurements mais le sol est formé exclusivement de galets de nature siliceuse généralement bien roulés, très rubéfiés et patinés, de dimensions à peu près homogènes (quelques cm à 10 cm au plus de longueur). Aucun calcaire, mais quelques cristallins altérés subsistent encore. Dans une tranchée d'adduction d'eau, on voit même la partie supérieure de la formation caillouteuse sous-jacente.

Au S-E du village, au lieu dit "les Gorges" (Villefranche n° 6, X = 254, Y = 331) à la cote 245 m, une petite carrière à regard E entaillée au flanc du versant offre la succession suivante, de bas en haut (Pl. 7, fig. 3) :

- 1) De petits cailloutis homométriques (2 à 4 cm), généralement bien triés et à stratification horizontale très nette 1,5 m
- 2) Un banc sableux 0,5 m
- 3) Des cailloutis plus grossiers, de taille croissant vers le sommet de la coupe en même temps que la stratification s'atténue, contenant quelques gros galets (25 cm), le tout bien roulé 3 m

Cette formation caillouteuse est emballée dans une matrice sableuse rougeâtre. L'altération est très poussée sur toute la hauteur visible du sédiment, soit à peu près 5 m. Aucun calcaire, les galets cristallins sont entièrement altérés dans leur masse.

Sur la rive droite du Formans, ces cailloutis ferrugineux affleurent en plusieurs endroits également.

Toujours à Toussieux, au lieu dit "les Broussailles" (Villefranche n° 6, X = 270, Y = 352) à la cote 245 m, les cailloutis ferrugineux affleurent ; ils sont recouverts ici par une moraine (Pl. 7, fig. 4). Ce sont des cailloutis sensiblement homométriques (5 cm en moyenne), bien triés et roulés, emballés dans une matrice sableuse. Leur nature est essentiellement quartziteuse mais ils renferment encore quelques galets de calcaire et de roches cristallines peu altérés. En ce point, il semble que la présence de la moraine faisant couverture à la formation caillouteuse a joué un rôle de protection et a ainsi freiné sinon stoppé l'altération de la formation sous-jacente.

Au même endroit, mais un peu plus à l'W, on voit affleurer une formation sableuse complexe (Pl. 7, fig. 4). De bas en haut :

- 1) Limon sableux fin, à stratification horizontale bien visible, de couleur jaune clair, évoquant un sédiment varvé.

- 2) Un sable fin à stratification entrecroisée, montrant de fines laminations inclinées d'orientation E-W.
- 3) Un sable plus grossier mais à même structure que le précédent.

Un échantillon de 5 kg de limon inférieur a été prélevé pour l'analyse par tamisage sous l'eau (tamis de 1 mm de maille). Il a donné les résultats suivants :

Résidu : peu abondant, pas de poupées ni rhizocolles. Quelques grains de sable grossier peu émoussé et quelques cailloutis siliceux et cristallins, certains bien roulés, d'autres non.

Faune malacologique

<u>Fruticicola hispida</u>	(<u>L</u>)	3
<u>Vallonia costata</u>	(<u>Mull</u>)	1
<u>Valvata piscinalis</u>	(<u>Mull</u>)	1
(opercule)		

Ainsi, il s'avère que ce limon est fossilifère et présente une faune peu abondante en espèces et en nombre, mais intéressante tout de même de par sa position stratigraphique, sous la moraine du plateau des Dombes. Nous y trouvons deux fossiles du loess (Fruticicola hispida (L) et Vallonia costata (Mull)) et une espèce aquatique. Il se pourrait donc que ce limon résulte de la sédimentation, dans une étendue d'eau calme, de poussières éoliennes mélangées à des sables fluviatiles, ayant finalement abouti à un sédiment varvé. Cela indique aussi un climat périglaciaire par la présence de Fruticicola hispida (L). Nous avons certainement affaire à un faciès aquatique du loess, antérieur à la glaciation du plateau puisque la moraine le recouvre.

En ce qui concerne les sables surmontant ce limon varvé, j'ai récolté un échantillon de chaque niveau fin et grossier en vue de l'analyse granulométrique et minéralogique.

SABLE DU NIVEAU 2 (INFÉRIEUR)

Analyse granulométrique (Pl. 1, fig. 5)

La courbe de fréquence montre tout d'abord une absence totale d'éléments grossiers. La courbe est à deux maxima, le plus accentué étant celui relatif aux éléments fins, le maximum secondaire intéressant les éléments moyens sur une plage assez étendue cependant. Cela peut indiquer un tri assez poussé ainsi que la présence certaine de deux courants différents ayant amené chacun son matériel sableux, les deux maxima étant bien séparés, sans toutefois qu'il y ait coupure entre les deux apports.

Tableau des indices

Indices Unités	Med	Q ₁	Q ₃	Moy	E
Alpha	10,2	8,75	12	10,38	1,62
mm	0,095	0,13	0,064	0,092	0,7

Analyse minéralogique

Teneur en calcaire : le pourcentage de calcaire est 20,75 % assez fort, montrant que la formation n'a pas dû subir une altération très poussée.

Minéraux lourds

Teneur pondérale

classe I	-		
" II	0,0204 g	soit	0,16 %
" III	1,6525 g	"	1,2 %
Total	1,6729 g	"	1,1 %

Le pourcentage global en minéraux lourds est normal, toutefois la classe moyenne (2) se révèle excessivement pauvre.

Liste minéralogique

Epidote	72,5 %	}	90,5 %
Grenat	8 %		
Amphiboles	10 %		
Tourmaline	1,5 %		
Zircon	1,5 %		
Rutile	1,5 %		
Glaucophane	1,5 %		
Chloritoïde	3 %		

Le pourcentage additionné des trois espèces épidote, grenat, amphiboles, soit 90 %, est la teneur caractéristique d'un sédiment considéré d'origine alpine. Il est à remarquer que c'est l'épidote qui est la plus abondante, le grenat ayant une importance tout à fait secondaire. Le fait le plus intéressant est ici l'apparition des deux espèces minérales propres au cortège alpin, glaucophane et chloritoïde, qui représentent les 4,5 % des éléments lourds du sédiment. Son origine alpine semble donc incontestable.

SABLES DU NIVEAU 3 (SUPERIEUR)

Analyse granulométrique

La courbe de fréquence, de même que dans le sable précédent révèle une absence totale d'éléments grossiers.

Le maximum le plus accentué est ici celui des éléments moyens ; le maximum relatif aux éléments fins est presque aussi important, mais beaucoup plus étroit, ce qui fait que la majorité du sédiment est formé d'éléments moyens.

Cela permet de le différencier du sable inférieur sur le terrain par son apparence plus grossière et moins homogène. Les deux maxima sont bien séparés, traduisant deux apports simultanés et parallèles. L'ensemble est donc fort bien trié et résulte sans doute de la sédimentation dans une étendue d'eau calme de sables apportés vraisemblablement par deux cours d'eau différents ou par un courant unique à régime variable.

Tableau des indices

Indices Unités	Med	Q ₁	Q ₃	Moy	E
Alpha	8,5	6,7	9,6	8,15	1,45
mm	0,14	0,22	0,11	0,15	0,72

Analyse minéralogique

Teneur en calcaire : le pourcentage de calcaire est 20,5 % soit exactement le même que celui du sable fin sous-jacent.

Minéraux lourds

Teneur pondérale

classe I	-		
" II	0,0868 g	soit	0,18 %
" III	1,7880 g	"	1,7 %
Total	1,8748 g	"	1,2 %

Le pourcentage global est à peu près identique à celui du sable fin inférieur. Cependant, la phase la plus fine de ce sable est un peu plus riche en éléments lourds que son homologue dans le cas précédent.

Liste minéralogique

Epidote	52 %	} 90,5 %
Grenat	32 %	
Amphiboles	6,5 %	
Tourmaline	3 %	
Zircon	4 %	
Glaucophane	1 %	
Chloritoïde	1 %	

Un minéral disparaît par rapport au stock précédent, le rutile, mais il était en faible quantité.

Le pourcentage total des trois minéraux épidote, grenat, amphiboles, est rigoureusement le même que dans les sables inférieurs et donc toujours en accord avec une origine alpine probable, mais les pourcentages partiels ont fortement varié. Si l'amphibole est un peu plus rare seulement, le grenat reprend une place considérable tandis que la proportion d'épidote décroît fortement. L'association alpine caractéristique, glaucophane + chloritoïde, est toujours présente mais en quantité moindre, ce qui n'enlève rien à sa valeur indicative. Le zircon, qui prend une proportion acceptable peut indiquer un sédiment provenant d'une zone un peu plus altérée que le précédent, par son pourcentage légèrement plus élevé. Quoi qu'il en soit, ces deux formations bien que non rigoureusement identiques, sont incontestablement de même origine alpine.

Au hameau de "la Clef Germain", à quelque distance à l'W et au S de Ste Euphémie, vers la cote 235 m affleure une formation complexe le long de la côtière du Formans à regard S, comprenant :

A la base, une alluvion caillouteuse à galets essentiellement siliceux, généralement bien roulés et de taille variable pouvant atteindre 20 à 25 cm de longueur. Ce matériel grossier est emballé dans une abondante matrice sableuse jaune, teintée par les oxydes de fer d'altération, contenant encore quelques galets calcaires

ayant échappé à la dissolution; par contre, les galets cristallins sont presque entièrement argilisés. Par endroits, la formation est consolidée en poudingue par de la calcite interstitielle. L'ensemble me paraît devoir être rattaché aux cailloutis et sables ferrugineux des Dombes déjà rencontrés. Ils sont visibles sur une épaisseur de plus de 2 m, surmontés d'une formation à matrice plus abondante et plus fine avec des galets dont certains sont des calcaires striés, devant provenir par solifluxion de la moraine qui en cet endroit semble être superposée aux alluvions.

Au lieu dit "le Marry", à quelques centaines de mètres à l'W (Villefranche n° 6, X = 148, Y = 380), à la cote approximative de 235 m sur le même versant du Morbier, une petite carrière entame la formation suivante (Pl. 8, fig. 5).

De bas en haut :

- 1) Alluvion caillouteuse à galets bien roulés et triés de taille assez grande (5-10 cm) emballés dans une matrice très sableuse, de nature essentiellement siliceuse et contenant à sa partie supérieure un banc de sable consolidé en grès. L'ensemble dont l'épaisseur visible est de l'ordre de 2 m, semble d'origine purement fluviatile.
- 2) Reposant en concordance, la moraine bien typique formée d'une matrice ocre clair très fine et abondante, contenant quelques cailloux et blocs de petite taille avec des galets calcaires striés. On ne peut l'observer que sur une coupe d'environ 1 m de hauteur, mais cette moraine forme certainement la petite butte de la Clef Germain, située immédiatement au S de Mizérieux et culminant à 253 m. En cet endroit, son épaisseur serait donc de l'ordre d'une quinzaine de mètres.

La formation caillouteuse inférieure est à rapporter aux "cailloutis et sables ferrugineux", en continuité avec les affleurements précédemment décrits.

En suivant la vallée du Formans, rive droite, au SW de Ste Euphémie, la côtière à regard S de cette rivière ne présente aucune coupe nette. Mais, dans les talus des chemins creux qui montent, perpendiculairement à la vallée, sur la terrasse, on peut observer en différents endroits de mauvais affleurements d'une alluvion caillouteuse à matrice sableuse rubéfiée, à éléments en majorité sinon en totalité siliceux. Je pense qu'ils sont à rapporter aux "cailloutis et sables ferrugineux" qui surmontent les sables de Trévoux repérés plus à l'W, et correspondant à la même formation rencontrée sur l'autre versant de la vallée. Ces affleurements se situent toujours à partir de la cote 225 m et au-dessus. En cet endroit, les cailloutis ne recouvrent pas un plateau, mais ils se trouvent à la base du matériel constituant la terrasse de Ste Euphémie. Sans doute, ils ne sont pas en place, mais remaniés sur de courtes distances, sous les alluvions formant la masse de la terrasse.

Sur la feuille de Villefranche au 50.000°, l'extension N des affleurements de cailloutis ferrugineux paraît limité au S de Jassans-Riottier. En effet, on les rencontre dans le ravin des Combes et encore au-dessus des sables de Riottier, en particulier formant des petites buttes et éperons dominant la Saône (Villefranche n° 5, X = 314, Y = 387), à une altitude légèrement supérieure à la terrasse de Marcus située immédiatement à l'E. Les petites buttes supportant les ruines de Riottier seraient donc les témoins épargnés par l'érosion de la formation caillouteuse des Dombes. Elle aurait atteint une altitude supérieure, peut être 235 m, et aurait été profondément érodée avant le dépôt des alluvions des terrasses ultérieures. Toutefois, à l'extrême N de la feuille, entre Montmerle et Amareins, le versant septentrional de la petite vallée de l'Appéum est tapissé de cailloutis et galets siliceux. Je les rapporte aux "cailloutis des Dombes", dont les affleurements sont connus au delà vers le N, jusqu'à Pont de Vaux. Ils surmontent vraisemblablement les sables de Montmerle qui affleurent en cet endroit.

Cette formation fluviatile altérée constitue l'immense plateau qui domine la ville de Trévoux et s'étend loin à l'E. Les cailloutis et sables ferrugineux se disposent ici en une importante terrasse, longue de 5 km d'E en W, large de 2,5 km, inculte et marécageuse, profondément découpée sur ses bordures par de nombreux ravins qui la sculptent au N comme au S. Elle atteint l'altitude de 260 m, soit 90 m environ au-dessus du cours de la Saône actuelle. Sa pente, dirigée à l'W, est très faible puisque la dénivellation n'atteint pas plus de 10 m sur un développement de 5 km, ce qui fait au maximum 0,2 %. A l'origine, cette terrasse devait s'étendre des environs de Genay au S jusque vers Jassans au N, à cette altitude générale de 260 m car les surfaces résiduelles sont fort bien conservées, bien que l'altération superficielle ait puissamment oeuvré de même que l'érosion qui a disséqué ses contours.

ALLUVIONS JAUNES DE SATHONAY ET DE LA COTIERE DU RHONE

Tous les auteurs admettent généralement la contemporanéité des "cailloutis et sables ferrugineux" de la Dombes avec les "alluvions jaunes" décrites pour la première fois par Fontannes dans le ravin de Sathonay. J'ai prélevé un échantillon de cette dernière formation au lieu dit "les Combes", près de la station de chemin de fer, et je l'ai soumis à l'analyse granulométrique et minéralogique, afin de comparer les résultats obtenus avec les formations caillouteuses des environs de Trévoux (Pl. 1, fig. 7).

ALLUVIONS JAUNES DE SATHONAY

Analyse granulométrique

En elle-même, la courbe de fréquence de la matrice sableuse est très caractéristique avec ses deux maxima très

accusés, l'un pour la fraction moyenne et l'autre pour la fraction fine du sable. Cela indique certainement deux apports différents ou simultanés par des courants distincts. Si cette courbe s'éloigne fortement de celle des sables et matrices sableuses des cailloutis ferrugineux de Reyrieux "la Balthazarde", en revanche elle présente une analogie frappante et pourrait même être superposée aux courbes qui caractérisent les sables de Toussieux (Pl. 1, fig. 5 et 6).

Tableau des indices

Indices Unités	Med	Q1	Q3	Moy	E
Alpha	8	7,1	9,5	8,3	1,2
mm	0,16	0,2	0,115	0,15	0,76

Le tableau des indices est d'ailleurs étrangement semblable dans les deux cas et paraît ainsi refléter l'identité des conditions de sédimentation de ces deux formations éloignées.

Analyse minéralogique

Teneur en calcaire : le pourcentage de calcaire atteint 35 %, nettement supérieur à celui des sables de Toussieux et très supérieur à celui des sables de Reyrieux. Cela montre bien, s'il en était besoin, la moindre altération donc la nature plus fraîche des alluvions jaunes par rapport aux cailloutis et sables ferrugineux des Dombes.

Minéraux lourdsTeneur pondérale

classe I	0,0155 g	soit	4,65 %
" II	1,5552 g	"	2,67 %
" III	5,1900 g	"	8,25 %
Total	6,7607 g	"	5,20 %

Ces pourcentages de minéraux lourds, très élevés, surtout pour les fractions grossière et fine, sont tout à fait exceptionnelles. Peut être faut-il y voir un enrichissement local, dû à une cause physique spéciale à la topographie de l'endroit.

Liste minéralogique

Epidote	54 %	} 94,25 %
Grenat	31 %	
Amphiboles	9,25 %	
Zircon	2,75 %	
Rutile	1 %	
Topaze	1 %	
Sphène	1 %	

Le pourcentage global des trois minéraux épidote, grenat, amphiboles est bien en accord avec une origine alpine et correspond aussi dans le détail avec les pourcentages relevés pour la matrice sableuse des cailloutis de Reyrieux. Par contre, le minéral alpin caractéristique est ici absent, ainsi que la tourmaline qui figurait en proportion notable dans le sédiment précédent. Néanmoins, le stock minéralogique des alluvions jaunes concorde dans l'ensemble avec ceux des sables et cailloutis de Reyrieux et des sables de Toussieux.

ALLUVIONS JAUNES DE LA CÔTIÈRE DU RHÔNE

Les alluvions jaunes de la côtière du Rhône, que je n'ai pas étudiés en détail, ont fait l'objet d'un travail important de la

part d'A. Brun (1961) qui m'a permis d'utiliser des conclusions générales en complément de mes recherches personnelles. En voici les principaux résultats d'ordre granulométrique et minéralogique.

Analyse granulométrique

En moyenne, sur les échantillons étudiés, la courbe de fréquence montre deux maxima tour à tour prépondérants, toujours dans la fraction moyenne et compris entre les tamis de maille 0,31 - 0,25 mm et 0,21 - 0,16 mm. Les éléments grossiers sont toujours en très faibles quantités ; les éléments fins figurant pour une part non négligeable du total sont souvent marqués par un maximum secondaire. Ainsi, les courbes des alluvions jaunes de la côte du Rhône, et de Sathonay, présentent bien les mêmes caractéristiques et traduisent bien l'homogénéité générale de ce sédiment, assez grande en ses divers gisements.

Analyse minéralogique

Teneur en calcaire : la teneur moyenne en calcaire plus argiles oscille autour de 30 %, avec un minimum de 21, 25 % et un maximum de 35 % atteignant ici la teneur des alluvions jaunes de Sathonay. Il apparaît que l'altération de l'ensemble de la formation semble un peu plus grande côté Rhône, sans être poussée à l'extrême cependant, étant toujours très loin de l'altération des cailloutis et sables ferrugineux des Dombes.

Minéraux lourds

Teneur pondérale

Le pourcentage des minéraux lourds semble moins important dans les gisements de la côte du Rhône qu'à Sathonay, bien que la teneur moyenne soit très forte dans son ensemble. Si la teneur, de la classe fine

atteint au maximum 6,3 % contre 8,25 % à Sathonay, par contre la teneur de la classe grossière ne dépasse pas 0,8 % contre 4,65 %, ce qui plaide bien pour un enrichissement accidentel en minéraux lourds du côté de la Saône, tenant à un facteur local. Quant à la ventilation des pourcentages elle est normale ici.

Liste minéralogique

Je donnerai les pourcentages moyens seulement :

Epidote	48 %	} 93 %
Grenat	21 %	
Amphibole	24 %	
Tourmaline	1 %	
Zircon	+	
Rutile	0,6 %	
Sphène	2 %	
Glaucophane	1 %	
Chloritoïde	2 %	

Le pourcentage global des minéraux épidote, grenat, amphiboles atteint 93 % contre 94 % à Sathonay, ce qui est normal pour un sédiment d'origine alpine. La ventilation en est un peu différente, surtout pour les amphiboles qui atteignent 24 % ici contre 9,25 % à Sathonay. Mais l'élément essentiel est la figuration des minéraux alpins caractéristiques, glaucophane et chloritoïde, en faibles quantités mais prouvant indubitablement la provenance alpine. A Sathonay, ces minéraux manquent mais peut être est-ce encore à cause d'un phénomène local.

De tout ceci il résulte que si les alluvions jaunes sont très homogènes au point de vue granulométrique, ils le sont moins quant à leur stock minéralogique. L'origine alpine des alluvions jaunes est donc certaine, de même que pour les cailloutis ferrugineux de Bresse. Leur altération, assez poussée, ne va quand même pas jusqu'à l'élimination du calcaire qui représente tou-

jours plus de 20 % du poids global de la matrice sableuse. De la même façon, la présence d'une proportion notable d'argile indique que le lessivage de la formation n'a pas été intense. Les alluvions jaunes se différencient ainsi nettement des cailloutis ferrugineux des Dombes dont l'altération semble beaucoup plus évoluée.

ALLUVIONS DE LA FORET DE CHASSAGNE

Au N de Meximieux, sur le plateau dombiste, en superposition aux marnes du Pliocène inférieur de la zone de Mollon existe un large affleurement de cailloutis désignés P^{1C} sur la carte géologique de Bourg au 80.000°, 2ème édition, au même titre que les alluvions jaunes qui affleurent dans les ravins au N de Montluel. La carte de Bourg date ces cailloutis du Pliocène supérieur, et les assimile aussi à ceux du Mont Margueron de la feuille de Nantua en précisant qu'ils font partie de la terrasse de 120 m. La notice ne parle pas de la puissance de cette formation.

Récemment la société du pipe-line sud européen a creusé une tranchée profonde de deux à trois mètres au travers de la Dombes, passant justement par la forêt de Chassagne. La tranchée a permis de suivre ces cailloutis très rubéfiés, emballés dans une importante matrice sablo-argileuse et ferrugineuse ocracée, sur une grande longueur. Les éléments sont uniquement des quartzites patinées, sans trace, de galets calcaires ni cristallins. J'ai effectué deux prélèvements de ce matériel afin de faire l'analyse granulométrique et minéralogique de sa matrice sableuse par comparaison avec les alluvions jaunes et les cailloutis ferrugineux des Dombes du Villafranchien inférieur, l'un près du village de Crans, l'autre sur la commune de Druillat.

PRELEVEMENT DE CRANS (Pl. 1, fig. 8)

Analyse granulométrique

La courbe de fréquence des sables intersticiels présente un maximum peu accentué pour les éléments moyens, et témoigne dans son ensemble d'un assez mauvais classement. Les éléments grossiers et les éléments fins sont à peu près également représentés. L'allure générale est assez cahotique à cause de maxima secondaires affectant l'ensemble du sédiment. Cette courbe s'éloigne beaucoup de celles fournies par les sables de la matrice des alluvions jaunes et se rapproche de celles données par les sables intersticiels des cailloutis ferrugineux de Bresse prélevés à Reyrieux (Pl. 1, fig. 3 & 4).

Tableau des indices

Indices Unités	Med	Q ₁	Q ₃	Moy	E
Alpha	5,6	7	3,7	5,35	1,65
mm	0,28	0,2	0,43	0,3	0,69

Analyse minéralogique

Teneur en calcaire : la teneur en calcaire est de 4 %, très faible, traduisant bien l'altération poussée de la formation.

Minéraux lourds

Teneur pondérale

classe I	0,0181 g	soit	0,14 %
" II	0,2396 g	"	0,57 %
" III	0,3123 g	"	1,42 %
Total	0,5700 g	"	0,74 %

Les pourcentages partiels et global des minéraux lourds sont tout à fait normaux sans être très élevés pour un matériel assez altéré . Ils sont très loin de teneurs exceptionnelles enregistrées dans les sables des alluvions jaunes, et se rapprochent plus de celles des cailloutis ferrugineux de Reyrieux bien que ceux-ci soient un peu plus riches cependant.

Liste minéralogique

Epidotes	88 %	} 92,5 %
Grenat	1,5 %	
Amphiboles	3 %	
Tourmaline	3,5 %	
Rutile	2,5 %	
Glaucophane	1 %	
Chloritoïde	-	
Sphène	-	

Un fait est frappant, l'abondance des épidotes qui atteignent la proportion de 88 %, formant presque la totalité du stock minéralogique. D'autre part, ce sont les zoisites, épidotes incolores, qui sont dominantes à l'inverse de ce qui se passe habituellement. Corrélativement, les pourcentages des grenats et des amphiboles sont très faibles, ce qui fait que la teneur globale des trois minéraux épidotes, grenat, amphiboles n'excède pas 92,5 % soit la teneur normale des sédiments d'origine alpine. Les minéraux alpins caractéristiques, glaucophane et chloritoïde, sont présents, venant confirmer la provenance alpine de la formation. Le rutile en faible quantité, semble exister dans tous les échantillons des sables du Pliocène supérieur et des alluvions jaunes.

PRELEVEMENT AU S-SE DE MONBEGUE, COMMUNE DE DRUILLAT (Pl. 1, fig.9)

Analyse granulométrique

La courbe de fréquence présente un maximum assez accusé décalé vers les éléments grossiers par rapport à la courbe précédente, ainsi qu'un maximum secondaire dans les éléments grossiers et un maximum accessoire pour les éléments fins. L'ensemble du sédiment est formé de grains de taille assez forte, supérieure à 0,31 mm, traduisant un apport par un courant plus violent que dans le cas des sables intersticiels de Crans. L'allure générale de la courbe s'éloigne toujours de celle des alluvions jaunes tout en différant de celles des sables des cailloutis ferrugineux par un meilleur tri des éléments grossiers.

Tableau des indices

Indices Unités	Med	Q ₁	Q ₃	Moy	E
Alpha	4,8	5,3	2,2	3,75	1,55
mm	0,32	0,28	0,66	0,43	0,82

Analyse minéralogique

Teneur en calcaire : la teneur en calcaire est de 10 %, beaucoup plus forte que dans le cas précédent.

Minéraux lourds

Teneur pondérale

classe I	0,0345 g	soit	0,14 %
" II	0,2816 g	"	1,23 %
" III	0,0969 g	"	0,85 %
Total	0,4130 g	"	0,70 %

Le pourcentage global, assez faible, est très comparable à celui des sables de Crans. Toutefois, les pourcentages partiels des classes 2 et 3 se trouvent inversés, la classe moyenne devenant prépondérante à Monbègue, peut être en raison de la plus grande violence des courants qui ont emporté une partie de la fraction fine.

Liste minéralogique

Epidotes	81,25 %	} 92,25 %
Grenat	2 %	
Amphiboles	9 %	
Tourmaline	2,25 %	
Zircon	2,25 %	
Rutile	2 %	
Chloritoïde	1,25 %	

Les trois minéraux associés, épidotes, grenat et amphiboles totalisent 92,25 % du stock minéralogique lourd. Les épidotes sont toujours prépondérantes, mais de façon moins absolue. Les zoisites représentent encore la majorité du stock des épidotes. Le grenat reste dans la même proportion tandis que les amphiboles prennent une place plus importante. Parmi les minéraux alpins caractéristiques, le glaucophane disparaît mais le chloritoïde est toujours présent. Enfin le sphène, à l'état de traces dans le sédiment précédent, disparaît aussi.

Ainsi, pour les deux échantillons étudiés, les minéraux lourds s'accordent pour leur conférer une origine alpine. La très faible proportion de grenat est remarquable dans les deux échantillons et semble caractériser localement la formation. Seuls, les sables de Reyrieux, avec un pourcentage de 6 % pour les grenats et de 77 % pour les épidotes, se rapprochent des sables intersticiels des cailloutis de Crans et de Monbègue. La description des cailloutis de la forêt de Chassagne sur la carte géologique m'avait semblé correspondre beaucoup mieux à

celle des cailloutis et sables ferrugineux des Dombes qu'à celle des alluvions jaunes. Nous venons de voir que l'analyse de leurs sables intersticiels confirme que leur altération, leurs courbes de fréquences et leurs stocks minéralogiques les apparentent aussi aux cailloutis Bressans. Ainsi, il me semble démontré qu'au N de Meximieux, les alluvions jaunes cessent d'exister et sont remplacés par la même formation qui affleure le long de la Saône, au N de Neuville : les cailloutis et sables ferrugineux des Dombes.

L'origine alpine des cailloutis et sables ferrugineux des Dombes paraissant bien établie, il reste à préciser leur position stratigraphique par rapport aux autres formations alluviales de la région et leur âge. Nous tenterons ensuite de déterminer le mode de transport d'un tel alluvionnement. Tout d'abord, nous allons essayer de limiter géographiquement et stratigraphiquement l'étendue de ce dépôt caillouteux.

EXTENSION GEOGRAPHIQUE DES CAILLOUTIS DU PLATEAU DOMBISTE

Nous avons déjà dit (p.29) que l'aire de dispersion des cailloutis et sables ferrugineux est beaucoup plus considérable que celle des sables de Trévoux avec lesquels ils sont en continuité stratigraphique. Delafond et Depéret (1894) qui les rangent dans le même étage P^{1a} que les sables de Chagny montrent que leur extension se fait sur la totalité de la Dombes et sur la partie méridionale de la Bresse, au S d'une ligne Treffort-Pont de Vaux. Au delà, ils sont remplacés par des chailles jurassiennes puis des galets vosgiens au N. Dans toute la dépression bressanne, l'alluvionnement a été d'une telle intensité qu'ils n'hésitent pas à conférer à ces formations une "importance" bien supérieure aux dépôts quaternaires. Quoi qu'il en soit, les cailloutis alpins couvrent une surface considérable, mais en revanche, leur

épaisseur est généralement minime, quelques mètres seulement sur le plateau, parfois moins. Néanmoins, il semble qu'à un moment donné ils ont comblé la basse vallée de la Saône puisqu'on trouve de tels cailloutis sur son versant occidental, notamment à Saint Germain au Mont d'Or, Saint Didier au Mont d'Or, et même plus au S sur la rive droite du Rhône jusqu'aux environs de Givors.

Dans toute la Dombes, Delafond et Depéret ont reconnu que ces cailloutis ferrugineux ne formaient pas une nappe continue mais s'étagaient à différents niveaux ou terrasses qu'ils rapportaient au Pliocène. Ils ont ainsi défini :

- Une terrasse de 300 m soit 140 m au-dessus de la Saône actuelle représentée par un plateau situé à l'W de la rivière d'Ain et s'étendant jusqu'à Chalamont, ainsi que par la région située entre Neuville et Montluel.
- Une terrasse d'altitude 275-280 m dans la région de Villeneuve.
- Une terrasse d'altitude 260 m, s'étendant à Saint Germain au Mont d'Or, Trévoux, Cesscins.
- Une terrasse de 230-235 m à Chalcoins, Amarcins, Lurcy, Francheleins se prolongeant vers le N.
- Enfin une terrasse de 205 m existant à Saint Germain au Mont d'Or, en contrebas de celle de 260 m ainsi qu'à Corcelles, à l'W de la terrasse de Trévoux.

Ainsi existeraient 5 niveaux étagés depuis l'altitude de 205 m jusqu'à celle de 300-310 m. Il y a donc eu entre ces deux formations alluviales extrêmes un abaissement de 100 m dans le niveau du réseau hydrographique.

Dans la région qui nous intéresse, le niveau de 300 m n'existe pas. Par contre, le niveau de 260 m est très développé puisque nous l'avons reconnu au-dessus de Trévoux. Quant à la ter-

rasse de Cesseins, elle est très peu nette dans la topographie d'autant plus qu'elle est recouverte de dépôts morainiques et de nombreux éboulis limoneux. Si elle existe, elle est loin d'avoir la même netteté qu'à Trévoux où sa présence est incontestable. Je pense plutôt qu'il faut rattacher à ce niveau de Trévoux le niveau de 250-260 m qui s'étend en avant du front morainique à Sapeins, Ouroux, Champ du Mont à l'W de Villeneuve où la terrasse de 275-280 m semble faire défaut au profit d'une couverture morainique complexe qui a été révélée par sondage (Pl. 5).

La terrasse de 230-235 m qui, selon Delafond et Depéret, s'étend aux environs de Chaleins, Amareins, Lurcy, Francheleins, ne me semble pas devoir être retenue comme appartenant au Pliocène supérieur bressan ou Villafranchien inférieur. Dans cette région, d'ailleurs, existe non pas une seule terrasse, mais deux niveaux étagés l'un à 225-230 m, l'autre à 200 m comme nous le verrons dans le chapitre consacré aux terrasses de la Saône.

Le niveau de Corcelles n'est pas à 205 m, mais à 225 m et se rattacherait ainsi au niveau de même altitude de Chaleins-Beauregard. A Beauregard, la terrasse est formée de cailloutis de petite taille, graviers et sables fluviatiles bien roulés, bien lavés. A Corcelles par contre, ce sont des cailloutis siliceux, ferrugineux, patinés, en tous points analogues aux cailloutis ferrugineux des Dombes formant la terrasse de 260 m. A Narcus et à Sainte Euphémie, il semble aussi que le soubassement de la terrasse de 225-230 m soit formé par des alluvions analogues aux cailloutis alpins des Dombes. Mais le modelé de ce niveau a dû être acquis ultérieurement, la Saône remaniant sur place les alluvions villafranchiennes préexistantes, qui affleurent en abondance dans la région.

Malgré un matériel à faciès identique aux cailloutis alpins du Pliocène supérieur, je rapporterai l'édification du niveau de 225-230 m au Quaternaire.

Ainsi, seul le niveau principal de 255-260 m peut être rattaché indubitablement au Pliocène.

POSITION STRATIGRAPHIQUE DES CAILLOUTIS DU PLATEAU DES DOMBES

Comme je l'ai déjà signalé, les auteurs parlent indifféremment d'alluvions jaunes et de cailloutis ferrugineux des Dombes ; ils semblent donc admettre implicitement leur identité. Parmi ces cailloutis alpins qui recouvrent l'ensemble du plateau dombiste et le S de la Bresse, je pense qu'il y a une distinction essentielle à faire entre deux formations de même nature caillouteuse, mais de modes de formation et d'âges différents. En particulier, leur degré d'altération est un critère qui permet de les individualiser nettement sur le terrain. Tandis que les alluvions jaunes (sensu stricto), celles de Sathonay et de la côtière du Rhône, présentent une proportion considérable de galets calcaires (50 à 80 % selon les endroits), les cailloutis ferrugineux des Dombes, au N de Neuville, sont absolument dépourvus de ces éléments et sont constitués uniquement de galets siliceux, quartzites alpins généralement. De façon exceptionnelle, il peut arriver, en très peu d'endroits, qu'il subsiste de rares galets calcaires épuisés et quelques galets cristallins profondément altérés, arénisés. Ainsi, on peut dire que les alluvions jaunes sont de nature essentiellement calcaire, tandis que les cailloutis et sables ferrugineux des Dombes sont de nature essentiellement siliceuse.

Boistel estime ainsi la composition des alluvions jaunes : "1/3 de calcaires clairs, 1/3 de calcaires noirs et bleus et 1/3 de quartzites et roches granitoïdes". Celles-ci présentent une altération moins poussée que les galets cristallins des alluvions précédentes ; elles sont encore reconnaissables.

Le Chanoine J.B. Martin note, quant à lui, que les alluvions jaunes de Sathonay varient dans leur composition selon différents facteurs dont l'épaisseur est le plus important. Lorsqu'elle n'est que de quelques m, il ne subsisterait que les roches les plus dures, quartzites, grès, utilisés autrefois pour paver les

chaussées. Plus épaisses, elles contiennent des calcaires épuisés et des roches cristallines complètement fusées. A partir d'une dizaine de m, les éléments des alluvions seraient présents au complet. Or, d'après des travaux récents et détaillés (A. Brun, 1962), il serait établi que la composition des alluvions jaunes typiques ne varie pas considérablement dans le sens vertical, tous les éléments caractéristiques de cette formation étant aussi bien représentés au sommet qu'à la base, leur altération, notable, étant uniforme sur toute la puissance du cailloutis.

Personnellement, chaque fois que j'ai examiné une coupe d'une hauteur importante dans les cailloutis et sables ferrugineux, en particulier à Proulieu "le Buyat", à Royrieux "la Balthazarde" et à Toussieux "les Gorges", j'ai constaté l'altération totale de la formation, aussi bien à la base qu'au sommet. Nulle part sur la feuille de Villefranche au 50.000^e, le calcaire n'est en proportion notable dans ces alluvions ferrugineuses, même lorsque la présence d'une moraine supérieure a ralenti le lessivage du sédiment par les eaux météoriques.

Il semblerait donc qu'une importante phase d'altération, entraînant l'élimination totale du calcaire et la disparition presque complète des roches cristallines, s'est produite après le dépôt des cailloutis et sables ferrugineux des Dombes, et avant celui des alluvions jaunes.

Un autre résultat des recherches précédemment citées (A. Brun, 1962), est que les alluvions jaunes auraient une origine probablement fluvio-glaciaire, à la différence des cailloutis ferrugineux qui paraissent uniquement fluviaux. Cela expliquerait peut être la localisation des alluvions jaunes dans le S des Dombes uniquement, entre Neuville et Montluel - Meximieux où elles occupent de hauts niveaux, dominant le plateau dombiste à l'altitude de 300-310 m. Peut être feraient-elles partie d'un ancien cône fluvio-glaciaire que Delafond et Depéret baptisaient "terrasse de 140 m", et dont les moraines seraient restées dans les vallées alpines. On pourrait expliquer le fait que ces morai-

nes ne sont pas conservées par l'érosion qu'elles auraient subi lors des crues, beaucoup plus considérables, des glaciers ultérieurs. Ces faits semblent corroborer l'opinion de Penck (1925) qui n'avait pas admis l'âge pliocène des alluvions jaunes, ainsi que le note F. Bourdier (1958). L'éminent auteur les classait dans son "deckenshotter" groupant les dépôts glaciaires et fluvio-glaciaires du Mindel et du Günz. Ainsi, en accord avec Delafond et Depéret quant à l'origine glaciaire de la formation, il ne l'était pas quant à l'âge relatif qu'il fallait lui attribuer.

La nouvelle carte géologique de Lyon au 50.000° individualise deux formations dans les cailloutis anciens :

- 1) P^{2a} Pliocène supérieur fluviatile. Nappes épaisses de quelques m d'alluvions essentiellement formées de galets arrondis et patinés de quartzites alpins ; matrice argilo-sableuse, ocracée ; autres éléments très altérés ou disparus ... Autour du Mont d'Or, on a recueilli : Mastodon arvernensis, M. Borsoni, Elephas meridionalis.
- 2) P^{2b} Alluvions jaunes et assimilées. Cailloutis fluviaux, hétérogènes, hétérométriques, dont les éléments, autres que siliceux, sont plus ou moins altérés ... ; matrice et lentilles de sable jaune ... Puissance très variable : jusqu'à 50 ou 60 m sur la rive du Rhône... Rare faune remaniée d'âge miocène (Nassa michaudi) et pliocène (Vivipara fucshi) ...

Denizot (1933) confère aux alluvions jaunes une puissance encore plus grande, de l'ordre de 75 à 80 m à Sathonay, sans tenir compte de l'érosion qui aurait pu en affecter la partie supérieure.

Les cartes géologiques, au 80.000° de Bourg, 2° édition et de Nantua, 2° édition, mentionnent à l'affleurement, et respec-

tivement sous la rubrique P^{lc} et P^l le Pliocène supérieur alpin. Il est représenté par des nappes de quartzites très patinés, souvent de grande taille, emballés dans un limon argileux, brun rougeâtre, ou plus rarement dans du sable jaune, et très développés dans la région de Neuville-Pont d'Ain, Fromente, Mont Olivet, Bois de Charmontay, Mont Margueron et Forêt de Chassagne que nous avons étudiée. Elles dominant l'Ain de 140 m au bois de Charmontay, mais ne forment nulle part terrasse. Entre Fromente et Olivet, elles ont été profondément ravinées et ne s'élèvent guère à plus de 70 m au-dessus du Suran et de l'Ain. Donc, en ce point, leur épaisseur atteindrait au minimum 70 m, plus que les alluvions jaunes, mais leur description ainsi que leur composition semble les rapprocher des cailloutis ferrugineux des Dombes. Il est d'ailleurs normal que leur puissance soit plus grande à proximité de leur origine, soit au pied de la région montagneuse. Ces cailloutis ferrugineux des Dombes ont également un grand développement le long de la vallée de la Saône, étagés à des altitudes comprises entre 205 et 260 m.

Plus récemment, F. Bourdier a réuni sous le nom d'alluvions jaunes au sens large, les cailloutis et sables ferrugineux des Dombes ainsi que les alluvions jaunes de Fontannes.

L'auteur admet ainsi qu'il existe dans le soubassement des Dombes une vaste nappe d' "alluvions jaunes" alpines à Mastodontes, sans Elephants, antérieure au Villafranchien et déposée sous un climat nullement glaciaire, passant vers l'W à des sables probablement venus du Massif Central (sables de Trévoux). Je l'ai déjà indiqué, et je le prouverai encore ultérieurement, que les sables de Trévoux sont à séparer des cailloutis ferrugineux qui les surmontent. L'auteur suggéra alors (1949) la possibilité de l'existence de deux complexes distincts dans les "alluvions jaunes" au sens large.

Le complexe inférieur, correspondant à la description classique donnée par Fontannes serait contemporain des sables et graviers de Trévoux et probablement des tufs de Meximieux à flore chaude.

Le complexe supérieur qui ravinerait profondément par endroits le complexe inférieur, se distinguerait de celui-ci par une stratification plus irrégulière et la présence de gros galets de roches alpines imparfaitement roulés. F. Bourdier pense avoir observé de telles alluvions à 17 km au N de Lyon, à Neuville, au flanc de la côtière de Saône, dans une gravière en bordure de la route près de la ferme Camille. De même, sur le versant W de la vallée de la Saône, les sables et graviers de la gare de triage de Saint Germain au Mont d'Or plus ou moins datés par une dent d'Elephas meridionalis ont montré à l'abbé Bérout (1906) à 6 m de profondeur au sein des alluvions, un bloc d'environ 3 m³ constitué par du gneiss à gros cristaux originaire du Massif Central. Donc le complexe supérieur d'alluvions jaunes du soubassement des Dombes, contenant de petits blocs anguleux d'origine locale ou non, se serait probablement déposé sous des conditions périglaciaires et pourrait être contemporain d'une ou de plusieurs des périodes glaciaires qui ont précédé le dépôt du niveau inférieur des alluvions grises lyonnaises.

Pour ma part, et c'est sans doute l'opinion de F. Bourdier, cette distinction ne serait valable que pour les alluvions jaunes sensu stricto du S de la Dombes, et non pour séparer celles-ci des cailloutis et sables ferrugineux des Dombes.

Il semble que l'on aurait la superposition des deux formations, à savoir les cailloutis ferrugineux des Dombes et les alluvions jaunes, dans la coupe du tunnel de Saint Clair à Collonges rapportée par F. Bourdier (1958, coupe fig. 112) d'après les relevés de Cuvier (1889).

On y aurait la succession suivantes :

6 - Sables siliceux à aspect molassique ... (Mastodon arvernensis, Zonites colonjoni) équivalents manifestes des sables de Trévoux.

7 - Alluvions à blocs anguleux probablement d'origine régionale et galets alpins à éléments très altérés ; nom-

breuses actites lorsque la gangue de graviers est argilo-ferrugineuse. Ce niveau semble se rattacher au complexe supérieur des alluvions jaunes (Villafranchien ?) plutôt qu'au complexe inférieur (Pliocène supérieur).

- 8 - Argile jaune ou brune avec parfois une carapace calcaire à son sommet (loess durci ??).
- 9 - Alluvions jaunes supérieures avec bancs de sable et argiles sableuses stratifiées quelquefois divisées en plaquettes, fragment de défense d'Elephas.
- 10 - "Alluvions grises".

Dans la légende de la coupe, F. Bourdier assimile le complexe des alluvions de base surmontant les sables équivalents des sables de Trévoux au complexe des alluvions jaunes supérieurs villafranchiens à tendance glaciaire. Il nomme également alluvions jaunes supérieurs le complexe du sommet surmontant les limons durcis. Sur la figure, il note bien à la base alluvions jaunes inférieurs et au sommet alluvions jaunes supérieurs. Nous préférons cette dernière manière de voir, pour la compréhension de la coupe selon l'hypothèse des deux complexes d'alluvions jaunes admis par l'auteur.

Pour ma part, je pense plutôt que les cailloutis alpins à éléments très altérés surmontant les sables de Trévoux seraient l'équivalent des cailloutis ferrugineux des Dombes du Villafranchien inférieur fluviatile, et le complexe supérieur l'équivalent des alluvions jaunes classiques de Fontannes observables actuellement à Sathonay et tout le long de la côte du Rhône.

Dans cette hypothèse, et en conservant la notion de deux complexes d'alluvions jaunes proposée par F. Bourdier, mais l'un représenté par les cailloutis et sables ferrugineux des Dombes et l'autre par les alluvions jaunes sensu stricto, nous obten-

drions le schéma suivant :

Alluvions jaunes (fluvio-glaciaire)
Cailloutis et sables ferrugineux des Dombes
(fluviatile)
Sables de Trévoux.

AGE DES CAILLOUTIS ET SABLES FERRUGINEUX DES DOMBES

J'ai déjà mentionné, au début de ce chapitre, que partout où elles sont actuellement observables, les formations caillouteuses du plateau des Dombes comprises dans le périmètre de la feuille de Villefranche au 50.000°, sont directement superposées, sans discontinuité, aux assises des sables de Trévoux. C'est sans doute ce qui poussait l'abbé J.M. Bérout à classer ces deux formations dans le Pliocène moyen.

En 1884, F. Delafond note le passage vertical des sables de Trévoux aux cailloutis ferrugineux des Dombes, en continuité et sans ravinement. Il utilise cet argument pour différencier les sables des marnes à Paludines du substratum dombiste.

En 1901, Arcelin voit un ravinement à la base des cailloutis alpins du plateau des Dombes, et les rapporte au Pliocène supérieur.

En 1933, le chanoine J.B. Martin écrit que, tout le long de la côte des Dombes, le passage est insensible des assises "astiennes" (sables de Trévoux) aux cailloutis alpins qui les surmontent, et range ceux-ci dans le Pliocène supérieur. Il constate le même fait à Reyrieux, dans la vallée de la Saône, et il conclut que tout semble s'être passé comme si la sédimentation, dans le S de la Dombes, avait été continue depuis "l'Astien" jusqu'à la fin du Pliocène.

Delafond et Depéret (1894) admettent que le Pliocène moyen correspond aux épais dépôts de sables situés dans les vallées

(=Sables de Trévoux et de Montmerle), tandis qu'ils rangent dans le Pliocène supérieur toutes les alluvions caillouteuses qui s'étendent en nappes peu épaisses sur les plateaux et sur les terrasses. Ils reconnaissent toutefois que la limite entre le Pliocène moyen et le Pliocène supérieur n'est pas nette, aussi bien stratigraphiquement que paléontologiquement, mais font observer que ces limites ne sont nettes dans aucune autre région.

On peut admettre maintenant la continuité stratigraphique entre les sables de Trévoux du Pliocène moyen et les cailloutis ferrugineux des Dombes. Cependant, on notera la variation généralisée de la nature du sédiment. Sableux au Pliocène moyen, il devient ensuite progressivement caillouteux. Malgré les maigres données paléontologiques, il semble aussi qu'au changement de faciès du matériel correspond également un changement de faune.

La faune des cailloutis ferrugineux des Dombes est extrêmement pauvre. Un seul auteur, J.M. Béroud (1909-10) mentionne la découverte de fossiles dans les cailloutis de la rive gauche de la Saône, à Reyrieux. Ils auraient fourni en cet endroit plusieurs dents et des ossements de Mastodonte, dont l'auteur ne précise pas l'espèce; ainsi qu'une portion antérieure de mandibules de Rhinoceros leptorhinus. L'auteur ajoute qu'on n'y a jamais récolté des débris de l'Elephas meridionalis ni de l'Equus stenorhinus. Il utilise cet argument pour refuser à la formation caillouteuse des Dombes un âge Pliocène supérieur, et pour la ranger dans le même ensemble que les sables de Trévoux datés du Pliocène moyen.

Plusieurs autres mammifères ont été signalés par différents auteurs dans les cailloutis alpins anciens, dans des gisements qui n'appartiennent pas au plateau des Dombes proprement dit. Ces faunes ont été récoltées dans les cailloutis des terrasses de la rive droite de la Saône alors considérées comme faisant partie du même ensemble que les cailloutis ferrugineux des Dombes.

F. Delafons (1886) écrit que l'Elephas meridionalis a été signalé jadis dans les cailloutis des terrasses, à la gare de Saint Germain au Mont d'Or, avec Mastodon arvernensis. Mais l'auteur pense que cette dernière espèce est remaniée des sables analogues aux sables de Trévoux qui forment la base des cailloutis. Il considère alors les cailloutis des Dombes comme contemporain de l'Elephas meridionalis, car ils se sont déposés après les sables de Trévoux à Mastodon arvernensis et avant l'arrivée dans les Dombes des glaciers quaternaires.

Arcelin (1901) rapporte à ce propos que l'on rencontre dans les cailloutis de la vallée de la Saône et de ses affluents à Saint Germain au Mont d'Or, Chagny, Cheilly, Demigny, l'Elephas meridionalis accompagné parfois de Mastodon borsoni et de Mastodon arvernensis.

F. Roman (1926) précise les lieux où furent trouvés les restes de mammifères déjà cités par les anciens auteurs.

Mastodon arvernensis Croiz. et Job. : graviers ferrugineux de Saint Didier, de Saint Germain au Mont d'Or et du fort de Loyasse.

Mastodon borsoni Hays : vallon de Rochecardon (petit Rosay)

Elephas meridionalis Nesti : Saint Didier et Saint Germain au Mont d'Or.

Malheureusement, comme le faisait déjà remarquer F. Delafond (1886), l'origine exacte des pièces fossiles n'est pas connue, et leur attribution à une formation quelconque est soumise à caution. C'est aussi l'avis de F. Bourdier (1958). Aussi, faut-il faire intervenir avec prudence ces données paléontologiques sommaires, et seulement en complément des données stratigraphiques, beaucoup plus sûres en l'occurrence.

Nous avons exposé comment, sur le terrain, il était possible de distinguer les alluvions jaunes des cailloutis ferrugineux de la Dombes. La nature complexe des cailloutis alpins de

la région lyonnaise n'avait pas échappé à certains auteurs puisqu'en 1884, Fontannes, repris ensuite par Arcelin (1901), écrivait : "Il sera possible aussi, je l'espère, de distinguer un jour deux assises dans le Pliocène supérieur du bassin de Lyon, l'une, inférieure, correspondant au niveau de Cheilly caractérisé par l'association des Mastodon arvernensis et Elephas meridionalis, l'autre au niveau de Chagny où l'on ne trouve plus de mastodontes et qui, pour ce fait, est rattaché par quelques auteurs au Quaternaire".

Les données paléontologiques, bien qu'incertaines, ne s'opposent pas à la distinction entre les cailloutis ferrugineux des Dombes et les alluvions jaunes, bien au contraire. On ne peut ranger les cailloutis ferrugineux des Dombes dans le Quaternaire, puisqu'aucun genre caractéristique de cette époque n'y a été signalé. Par contre, je pense que la présence du mastodonte, et surtout de Rhinoceros leptorhinus, est compatible avec l'appartenance de cette formation au Pliocène supérieur. Les cailloutis ferrugineux des Dombes pourraient donc faire partie du système villafranchien dont ils représenteraient l'étage inférieur, sans Elephants, et par là antérieur au Quaternaire. Les alluvions jaunes sensu stricto, plus récents parce que moins altérés, et contenant des restes d'Elephant, représenteraient un Villafranchien supérieur, et seraient ainsi rattachés au Quaternaire le plus ancien.

Nous aurions ainsi la succession suivante :

Quaternaire	{ VILLAFRANCHIEN SUPERIEUR : Alluvions jaunes de la bordure S des Dombes, à Mastodontes et <u>Elephas meridionalis</u> , d'origine fluvio-glaciaire.
Pliocène supérieur	{ VILLAFRANCHIEN INFERIEUR : Cailloutis ferrugineux du plateau dombiste, à Mastodontes et <u>Rhinoceros leptorhinus</u> , d'origine fluviatile.

AGENT DU TRANSPORT DES CAILLOUTIS ALPINS DE LA DOMBES

Nous avons exposé que le plateau des Dombes était recouvert d'une nappe continue de galets alpins, s'étageant en plusieurs niveaux. Depuis longtemps, les auteurs se sont préoccupés de savoir comment une telle masse de cailloutis avait été mise en place. J'examinerai d'abord les différentes hypothèses émises par les géologues, puis je proposerai une nouvelle explication à la lumière des études récentes.

Anciennes hypothèses :

Delafond et Depéret (1894), ont observé la disposition des terrasses pliocènes formées par ces cailloutis dans le N de la Dombes, ainsi que dans les vallées des Alpes et du Jura, au débouché vers les plaines du Rhône et de l'Ain. Ils ont envisagé plusieurs théories pour expliquer cette disposition.

L'idée d'un ancien cône de déjection du Rhône fut rejetée par ces auteurs en raison même de l'énorme quantité de matériaux accumulés sur un si vaste territoire. Ces géologues estimaient en effet qu'un phénomène fluvial ne pouvait en aucun cas prendre une telle ampleur. De plus, ils avaient observé que les cailloutis étudiés se reliaient nettement à des cours d'eau descendant du Bugey. Ils en concluaient que c'était dans le massif même du Bugey, et non dans la haute vallée du Rhône, qu'il fallait rechercher l'origine des galets alpins. On ne pouvait toutefois retenir l'idée d'un démantèlement des assises miocènes du Bugey. En effet, à la différence des assises miocènes du Dauphiné, celles du Bugey ne sont nulle part caillouteuses, mais uniquement constituées par des sables et des grès. Enfin, au N de Treffort où les cailloutis alpins disparaissent, le Miocène existe dans toute la bordure du Bugey et du Jura. Delafond et Depéret ont été ainsi conduits à admettre l'existence de glaciers pliocènes.

A cette époque, par l'effet d'un exhaussement des Alpes, il y a ploïement du Pliocène lacustre bressan et creusement des vallées. Sur les montagnes soulevées, des glaciers s'établissent pendant que le Rhône charrie des galets alpins et remblaie son cours, formant par exemple les cailloutis de Meximieux et de Montluel. Au maximum de leur extension, les glaciers couronnent les hauteurs du Bugey, livrant le matériel morainique alpin aux eaux de fusion qui empruntent les vallées de l'Ain, du Suran et d'autres torrents locaux. Pendant le dépôt de ces alluvions fluvio-glaciaires sur la Dombes, le Rhône déposait plus au S les alluvions jaunes et les cailloutis des hauts plateaux de l'W de Lyon. Les terrasses de la Dombes et de la Bresse se forment, traduisant les phases successives de creusement et d'alluvionnement. Notons toutefois qu'aucune trace de moraines n'a été découverte dans le domaine du glacier supposé.

En 1898, A. Boistel reprend et réfute point par point tous les arguments développés quelques années plus tôt par Delafond et Depéret en faveur des glaciers pliocènes. Avec logique et habileté, il étaye l'idée d'un ancien cône de déjection fluviale du Rhône. Son explication nous a paru satisfaisante, du moins en ce qui concerne les cailloutis de la Dombes. Leur aspect bien stratifié, les lentilles et bancs sableux intercalés, la forme des galets bien roulés et peu hétérométriques, l'absence constante de caractère glaciaire ou fluvio-glaciaire du matériel, sont autant d'arguments en faveur de l'hypothèse d'une formation purement fluviale.

Je rappellerai que cette explication ne s'applique pas aux alluvions jaunes plus récentes, et dont l'origine paraît de type fluvio-glaciaire.

En 1909-1910, J.M. Béroud écrit que l'origine des cailloutis et sables ferrugineux doit être recherchée dans l'érosion de la molasse d'eau douce du Pontique (Miocène supérieur), qui est caillouteuse dans le Bas-Dauphiné. Il pensait même avoir retrouvé cette formation pontienne le long de la rive gauche de

la Saône, à Neuville, Massieux, Jassans, et surtout à Reyrieux sous forme d'énormes bancs de poudingues à ciment sableux, constitués par des galets et des cailloux d'origine alpine. Toutefois, il est le seul autour à avoir jamais signalé de telles assises miocènes dans cette partie de la Dombes. Elles sont en tout cas actuellement invisibles et leur présence ici non démontrée.

Ainsi, depuis longtemps, l'origine alpine des cailloutis et sables ferrugineux des Dombes est démontrée d'après les galets. Je l'ai confirmée par une étude minéralogique des sables intersticiels.

De la même façon, leur mode de sédimentation semble bien fluviatile, en vertu de l'apparence des galets et des courbes sédimentologiques des sables de la matrice. Dans ce cas, l'hypothèse d'un ancien cône de déjection du Rhône serait la plus vraisemblable.

Nouvelle hypothèse : l'écoulement en nappe.

Il m'apparaît qu'on pourrait envisager pour les formations des sables et cailloutis des Dombes le phénomène décrit sous le nom d'écoulement en nappe. On sait qu'en certaines régions et particulièrement en Afrique, aux périodes glaciaires d'Europe correspondaient des périodes de grandes précipitations dites "pluviales".

On peut imaginer, en effet, avant le grand développement des glaciations quaternaires, que le climat chaud du Pliocène moyen n'a pas fait place brusquement à un climat plus froid et humide, sans période transitoire. Depuis les études du Comte G. de Saporta sur les flores fossiles des tufs de Meximieux, on sait que l'époque du Pliocène moyen fut caractérisée par un climat très doux qui a favorisé le développement de plantes aujourd'hui réfugiées dans des régions plus chaudes de notre

globe. Cet auteur a même pu affirmer que le climat, lors de la formation de ces tufs, contemporains des sables de Trévoux, était analogue à celui qui règne actuellement aux îles Canaries. Il a donc fallu, pendant tout le Villafranchien, que la température subisse un profond changement dans le sens d'un abaissement des moyennes thermiques annuelles, et sans doute d'augmentation des précipitations. Ainsi, progressivement, s'installe le climat froid et humide favorable au développement des glaciers. On sait en effet que la formation des glaciers n'est pas dûe uniquement à un abaissement de la température atmosphérique, mais aussi et surtout à un accroissement concomitant des précipitations. Il paraît, fort vraisemblable que, dès la fin du Pliocène moyen, l'accroissement des précipitations a précédé le refroidissement. Ainsi s'expliquerait la formation des sédiments caillouteux et sableux, étalés par l'écoulement en nappe, et différents tant des sables de Trévoux, plus anciens, que des alluvions morainiques et fluvio-glaciaires, plus récentes.

Pliocène moyen

Au Pliocène moyen, les sables de Trévoux se sont déposés dans une vallée préfigurant l'actuelle vallée de la Saône, sous un climat chaud et relativement humide. Ce sont des dépôts meubles, fins, ne nécessitant pas une grande compétence de la part des cours d'eau qui les transportent. Les témoins de cette formation sableuse respectés par l'érosion sont très localisés, et permettent d'en déduire que la masse des sédiments n'était pas très considérable. Toutefois, leur base descend bien au-dessous du fond de la vallée actuelle. Le chenal dans lequel ces sables se sont déposés a donc profondément raviné le substratum marneux. Il y eut ainsi une période d'érosion verticale et linéaire avant leur dépôt. Toutes ces caractéristiques répondent fort bien à celles que l'on prête aux périodes anté-pluviales africaines. Ici, cependant, nous pourrions employer le terme d'anti-pluvial, puisque cette période précède la for-

mation des cailloutis du plateau dombiste correspondant, comme nous allons l'indiquer, à un pluvial.

Villafranchien inférieur chaud

Au contraire, les cailloutis ferrugineux des Dombes forment une immense nappe, peu épaisse, étalée sur toute la surface du plateau. Leur structure est beaucoup plus grossière, consistant en une grande quantité de galets de quartzite alpins alternant avec des bancs et lentilles sableuses, le tout à stratification entrecroisée. Leur dépôt résulte de l'étalement d'un immense cône de déjection, et leur sédimentation n'a été précédée d'aucune phase de creusement mais d'une sorte de nivellement. Pourtant, le ravinement des marnes bleues à Paludines du Pliocène inférieur aurait été facile ; mais les torrents, ou le grand cours d'eau amenant le matériel à étaler, avaient au sortir des régions montagneuses une surcharge abondante en matériaux. Leur action, au débouché dans la plaine, fut uniquement un immense étalement par la divagation de leurs cours, sur le substratum marneux d'abord, ensuite sur leurs propres alluvions au fur et à mesure du dépôt.

Le passage de l'érosion linéaire et verticale à l'alluvionnement latéral ne s'est pas fait brusquement. A la limite du Pliocène moyen sableux, on voit le commencement du dépôt de lentilles caillouteuses, de plus en plus fréquentes à mesure que l'on monte dans la série, pour finalement arriver à une nappe de cailloutis homogènes à matrice sableuse. Les cailloutis ferrugineux des Dombes font suite sans discontinuité aux sables de Trévoux. Ceci est conforme à une modification progressive du climat, d'une phase chaude moins humide à une phase chaude beaucoup plus humide.

Les cailloutis étalés du plateau dombiste peuvent donc évoquer les alluvions déposées au cours d'une phase pluviale. Nous avons peut être dans ces assises l'équivalent d'une période

ante-glaciaire, pendant laquelle la pluviosité serait comparable à ce qu'elle était pendant la crue des glaciers, mais pas assez froide cependant pour avoir déterminé une première glaciation.

Le Pliocène supérieur (=Villafranchien inférieur), se présenterait dans notre région comme une période transitoire singulière, différente à la fois du Pliocène moyen et du Quaternaire proprement dit.

Villafranchien supérieur froid

La pluviosité étant supposée égale à elle-même, ou peu différente, la température continue à décroître progressivement. Arrive alors le moment où, dans les chaînes montagneuses et principalement dans les Alpes, les conditions deviennent favorables à la formation de glaciers. Ces langues glaciaires, peu importantes au début, croissent rapidement et envahissent les hautes vallées dont les flancs fournissent le matériel morainique. Ces matériaux glaciaires, repris par les eaux de fusion abondantes puisque les précipitations sont fortes, forment un cône de transition fluvio-glaciaire, étalé en aval du front morainique. Cela paraît être le cas des alluvions jaunes proprement dites qui, d'après des études récentes (A. Brun, 1962), seraient d'origine fluvio-glaciaire distale. On pourrait penser que les glaciers seraient restés alors dans les vallées alpines, et fournissaient une masse considérable d'alluvions à leurs émissaires qui les auraient transportées jusqu'aux environs de Lyon et seulement au Sud de la Dombes. Ainsi, les alluvions alpines villafranchiennes du plateau dombiste peuvent se répartir en deux groupes :

- 1) Cailloutis et sables ferrugineux des Dombes, étalés au cours d'une phase pluviale durant le Villafranchien inférieur, rattachés au Pliocène.

- 2) Alluvions jaunes de la bordure Sud du plateau, limitées au N par une ligne Neuville-Meximieux. Elles sont d'origine fluvio-glaciaire, et datent du Villafranchien supérieur rattaché au Quaternaire.

La période Villafranchienne, caractérisée dans notre région par une sédimentation particulière, est une période de transition entre Pliocène et Quaternaire, et pendant laquelle le climat évolue rapidement.

Position relative des dépôts villafranchiens

Nous avons vu que les alluvions jaunes du Villafranchien supérieur, à mastodontes et éléphants, d'origine fluvio-glaciaire, se sont déposées dans la vallée du Rhône, au S d'une ligne Neuville-Meximieux. Actuellement, ces alluvions jaunes atteignent l'altitude de 290 m, tandis que les cailloutis ferrugineux des Dombes, du Villafranchien inférieur (=Pliocène supérieur), ne dépassent pas 275 m, malgré leur plus grande ancienneté. Or, les alluvions jaunes se sont obligatoirement déposées après le ravinement des cailloutis du plateau et sans doute en contrebas de ceux-ci. Peut être, à la fin de l'alluvionnement, ont-ils presque remblayé leur vallée. N'ayant observé nulle part leur superposition avec les cailloutis ferrugineux des Dombes, je ne pense pas qu'ils se seraient étalés à leur surface. Leur altitude relative, supérieure actuellement à celle des cailloutis ferrugineux dombistes, peut trouver une explication dans des mouvements qui auraient affecté la région Bresse-Dombes, après leur dépôt, donc à la fin du Villafranchien. Il a été démontré que la Bresse est une région instable, effondrée entre failles, subsidente, et dont le centre d'enfoncement se situe vers Louhans. Les mouvements récents, ayant déformé le Pliocène inférieur se seraient probablement poursuivis pendant le Pliocène supérieur et même pendant le Quaternaire ancien. La cuvette bressanne ayant tendance à s'enfoncer en son centre, il y aurait eu abaissement

des cailloutis des plateaux et soulèvement de la bordure sud, donc des alluvions jaunes. On constate, à l'appui de cette hypothèse, que l'altitude des cailloutis des Dombes est bien décroissante du S au N. Le mouvement de bascule, tendant à relever les bords de la cuvette, surtout vers le S, aurait pu déterminer par là la formation ou l'exagération de la côtière du Rhône, qui domine le fleuve de plus de cent mètres. Nous aurons d'ailleurs d'autres arguments, dans un chapitre ultérieur, pour montrer que les mouvements épirogéniques du sous-sol dombiste ont continué au cours du Quaternaire.

ALLUVIONS VILLAFRANCHIENNES BEAUJOLAISES

Sur la rive droite de la Saône, on rapporte au Pliocène supérieur les cailloutis de la dépression d'Alix à Frontenas et à Liergues qui, dans la région étudiée, occupent une petite surface immédiatement à l'W de Villefranche, sur laquelle est établi le village de Chervinges. C'est un fossé tectonique, limité à l'E et à l'W par des failles, au N par la vallée du Morgon et au S par celle de l'Azergues. Il est comblé par des éléments de roches cristallines et métamorphiques locales, de chailles et de silex généralement peu roulés. Delafond et Depéret (1894) les dataient du Pliocène supérieur. A. Journaux (1956) pense que l'on a affaire à une série de cônes juxtaposés, très aplatis, formés soit par un écoulement boueux aux périodes glaciaires, soit par un écoulement en nappe. Mais l'auteur n'avance aucune date exacte quant à leur formation. Dans ce cas évidemment, aucune relation ne pourrait être établi entre ces alluvions locales et les cailloutis ferrugineux alpins des Dombes, sinon par leur altitude. C'est justement cet argument que Delafond et Depéret employaient pour les paralléliser aux cailloutis ferrugineux des Dombes. Aucune faune n'y ayant été signalée, l'âge exact de ces cailloutis de Frontenas Alix est encore hypothétique.

2ème PARTIE

LE QUATERNAIRE

CHAPITRE I

M O R A I N E S E T A L L U V I O N S

F L U V I O - G L A C I A I R E S

Au cours de l'ère quaternaire, les Alpes ont nourri de nombreux glaciers. Ces glaciers, qui se sont cantonnés dans les vallées des Alpes méridionales, ont au contraire largement débordé des vallées alpestres du Rhône et de l'Isère pour venir s'étaler en un vaste glacier de piedmont à l'W des Alpes jusqu'à Lyon, recouvrant la Dombes et le Bas-Dauphiné. L'extension maximum du front glaciaire passait par Ste Foy, Fourvières, la Croix-Rousse et décrivait un arc de cercle jusqu'aux abords immédiats de Bourg. Ainsi, ce ne sont que les langues terminales de cet immense glacier qui sont parvenues jusqu'à la vallée de la Saône actuelle. Si le front glaciaire réussit à traverser le Rhône à Lyon, il ne semble pas qu'il soit parvenu à traverser la Saône au N de Neuville puisqu'on ne retrouve aucune moraine sur la rive droite de cette rivière. Venant mourir ici, le glacier ne présentait donc qu'une faible épaisseur et était par conséquent extrêmement sensible à toute variation de climat. Une faible élévation des moyennes de température et surtout une diminution de l'humidité entraînait un recul du front glaciaire. Les eaux de fusion, abondantes, creusaient des chenaux au sein des alluvions morainiques déposées. Au contraire, un abaissement de température joint à un accroissement de l'humidité atmosphérique amorçait une nouvelle phase de progression. Dans son avancée, le front glaciaire chassait devant lui une grande masse d'alluvions

de progression, et amenait une nouvelle moraine. Ainsi, au cours d'une même grande glaciation, se produisait-il des oscillations répétées du front glaciaire enregistrant les variations du climat. Ces oscillations s'accompagnaient d'un creusement de chenaux lors du retrait, d'un remblaiement lors d'une avancée, laissant dans la topographie de véritables témoins de ces divers stades successifs. Malheureusement, au front éloigné d'un glacier, la puissance de creusement ou d'alluvionnement est réduite par la minceur de la couche de glace et les diverses oscillations ne laissent que des traces extrêmement réduites et fragmentaires, qui ont pu être facilement enlevées par l'érosion ultérieure.

Ce chapitre sera divisé en deux parties

- I - Le front glaciaire
- II - Les moraines du plateau dombiste

I - LE FRONT GLACIAIRE

Dans la région qui nous intéresse, le front glaciaire s'est avancé au maximum suivant une ligne convexe vers l'W, et passant par Proulieu, Bernoud, le Limanda, poussant une pointe jusqu'à Mizérieux, puis Cibeins, Ars, Chaleins, Sapeins et enfin Cosseins au N de la feuille. Cependant, à Messimy, en bordure de la Saône, au cours du forage d'un puits, on a rencontré à 6 m de profondeur une formation que certains auteurs assimilent à une moraine. En cet endroit, elle atteindrait une puissance de 14 à 18 m, ce qui est considérable.

Le front glaciaire, matérialisé par les moraines terminales et tel qu'il vient d'être géographiquement limité, ne paraît pas continu. Je pense y avoir décelé trois stades successifs, matérialisés par la morphologie et surtout par les alluvions fluvio-glaciaires qui s'y rattachent. Je les étudierai séparément, chacun avec sa couverture limoneuse qui a pu se déposer longtemps après la sédimentation des formations sous jacentes (Pl. 21, fig. 24).

S T A D E I

Le stade I serait représenté par la moraine de Pouilleux, à 6 kilomètres environ à l'E de Trévoux. Cette moraine forme un vallum très bien conservé, s'étendant du S au N depuis Bernoud, à l'E de Massieux jusqu'au village du Limanda situé à l'E de Toussieux. Ce vallum morainique, légèrement concave à l'W passe en aval à une terrasse fluvio-glaciaire dite "Terrasse du Roizet", située au N-E de Parcieux, nettement individualisée à la cote 272 m donc dominant la vallée de la Saône actuelle d'une dénivellation de 105-110 m. Cette terrasse se poursuit au N en bordure W du vallum morainique au lieu dit "la Gine", à la même altitude, sans jamais prendre une grande extension à l'aval. Elle est recouverte d'un loess.

La moraine est bien observable à Pouilleux, dans une carrière située à la cote 290 m environ, où l'on voit d'énormes blocs erratiques de calcaire fin de couleur blanche emballés dans une matrice argileuse. Cette moraine, très riche en éléments calcaires, contient peu de galets cristallins. Ceux-ci, quand ils existent, sont altérés, surtout à la partie supérieure qui présente une altération brun-rouge formant des poches d'inégales profondeurs.

Les formations fluvio glaciaires du Roizet sont observables vers la cote 265 m, dans le chemin qui mène à la Trêve d'Ars au N de Parcieux. On y voit une formation caillouteuse à galets généralement bien roulés, mais non stratifiée, emballés dans une matrice importante de couleur claire, légèrement rubéfiée à son sommet. Ses éléments sont essentiellement siliceux, le cristallin est altéré et le calcaire peu abondant. Cette formation évoque une alluvion fluvio-glaciaire développée immédiatement en aval de la moraine. Son extension qui devait être assez

limitée, a encore été réduite par la phase de creusement qui a précédé l'alluvionnement de la terrasse fluvio-glaciaire reliée aux moraines du stade III.

Le loess qui recouvre ce cône du Roizet s'étend peu à l'W où il ne dépasse pas une ligne N-S passant par Reyrieux. Il laisse ainsi à découvert le plateau de Trévoux constitué par les cailloutis et sables ferrugineux villafranchiens. J'en ai prélevé un échantillon dans le chemin descendant à la Trêve d'Ars, à 265 m d'altitude. La coupe découvre le loess sur une puissance de 4 à 5 m avec une structure polyédrique bien caractéristique. Il fait fortement effervescence à l'acide et se dissocie bien dans l'eau. Son résidu de lavage est assez abondant, contenant des poupées et rhizocolles bien individualisées ainsi que quelques graviers siliceux et grains de sable.

Faune malacologique

<u>Arion</u> sp.		cc
<u>Fruticicola hispida</u>	(<u>L</u>)	85 %
<u>Arianta arbustorum</u>	(<u>L</u>)	0,3 %
<u>Jaminia tridens</u>	(<u>Mull.</u>)	0,7 %
<u>Pupilla muscorum</u>	(<u>Mull.</u>)	8 %
<u>Succinea oblonga</u>	(<u>Drap.</u>)	6 %

Total des coquilles : 277 dans l'échantillon de 5 kg prélevé.

Le sédiment est assez riche en coquille (55 par kg) mais les espèces sont peu nombreuses. L'espèce Fruticicola hispida est dominante. C'est une faune banale mais appauvrie du loess wurmien de la région lyonnaise.

S T A D E I I

Au cours de ce deuxième stade, il y eut d'abord érosion de la moraine et des alluvions de la première phase. Celle-ci atteint la cote de 291 m au bois de Chapouilleux à l'E de Toussieux. La moraine du stade I est interrompue brusquement au niveau du ruisseau du Morbier au N duquel s'étend une moraine appartenant à la seconde phase et que l'on suit depuis le Limanda à l'E jusqu'à Mizérieux à l'W, le long de la cote N de la vallée du ce ruisseau.

Au village du Limanda, à la cote 260 m, la moraine affleure au flanc du coteau.

Au lieu dit "la Piémonte", immédiatement au N du Limanda, à la cote 287 m, une petite carrière à front E offre une coupe de moraine typique à matrice abondante, contenant un énorme bloc erratique de calcaire blanc. L'altération superficielle rouge est peu épaisse, autant qu'on puisse en juger d'après l'état de la carrière.

A Toussieux, lieu dit "les Broussailles", vers la cote 255 m, la moraine du stade II affleure de même qu'en plusieurs points le long du ruisseau "le Morbier".

A Fourvières, au lieu dit "les Fromentales", cote 252 m, à une cinquantaine de m à l'E de la croix, existe un important affleurement de la moraine à galets essentiellement siliceux, cristallins très altérés dans leur masse sinon détruits, contenant un gros bloc de calcaire noir d'environ 75 cm de long. Cette moraine est recouverte d'une épaisse couche de loess, visible au minimum sur 2 m, à allure de fendillé à la base sur une puissance de 50 cm environ, et contenant quelques cailloux roulés à son intérieur.

Ce limon altéré, situé à la base du loess au contact de la moraine, peut avoir deux origines possibles :

1) C'est un loess ancien, antérieur au dépôt du loess supérieur, qui aurait été altéré pendant un interglaciaire ou un interstadiaire tout en ayant glissé sous forme de colluvion soliflué, ce qui expliquerait la présence des cailloux roulés qu'il contient.

2) C'est un lehm, contemporain du loess supérieur, dont il serait l'altération par un phénomène de nappe aquifère latérale, ainsi qu'il en existe plusieurs exemples dans le S-E de la France.

Il me semble que la deuxième origine serait la plus vraisemblable, car on ne distingue pas de limite bien nette entre les deux sédiments. De plus, c'est le seul point de la région occidentale de la Dombes qui présente un lehm à la base d'un loess, ce qui plaide en faveur de la localisation du phénomène.

Plus à l'E, au S de Mizérieux, au lieu dit "le Marry", à la cote approximative de 235 m, on relève la coupe suivante (pl. 8, fig. 5).

Sur un substratum de cailloutis et sables ferrugineux des Dombes repose une moraine typique formée d'une matrice ocre clair fine très abondante, contenant quelques cailloux et petits blocs avec des galets calcaires striés. Cette formation constitue la petite butte sur laquelle est bâti le hameau de la Clef Germain, culminant à l'altitude de 253 m.

A Mizérieux même, la moraine affleure dans un chemin menant sur le plateau, à une altitude approximative de 250 m. Elle est surmontée d'un loess.

Plus au N, entre Cibeins et Ars, on peut voir cette moraine affleurer en plusieurs points dans la vallée du Formans côté W. C'est une moraine typique à galets calcaires striés emballés dans une importante matrice finement sableuse et argileuse, de couleur gris clair.

A Cibeins, au N du village (Villefranche n° 6 X = 140, Y = 480, Z = 237 m) une importante carrière entame la coupe suivante : (Pl. 8, fig. 6).

- 1) A la base : une assise limoneuse, visible sur une puissance de moins d'un mètre, de sédiment fin ocre clair, apparemment légèrement stratifié, évoquant un limon varvé. Une analyse a montré qu'il était légèrement fossilifère. Il ne présente aucun résidu de lavage à caractère loessique.

Faune très pauvre :

<u>Arion</u> sp.	1
<u>Fruticicola hispida</u> (<u>L</u>)	1
<u>Pupilla muscorum</u> (<u>Mull</u> .)	3

Cette faunule peu importante contient néanmoins deux espèces caractéristiques du loess. Ce limon peut être dû à la sédimentation dans une petite étendue d'eau calme de poussières éoliennes ou de limon aquatique, sous climat périglaciaire, avant l'arrivée du glacier qui surmonte le sédiment ainsi constitué.

- 2) Sur ce limon varvé repose une moraine très riche en cailloutis contenant des galets de calcaire noir striés. Néanmoins l'élément siliceux est prépondérant, les éléments cristallins sont peu nombreux et tous très altérés. La matrice est assez abondante, plutôt sableuse, de couleur claire. Cette moraine présente un certain caractère fluviatile, ou fluvio-glaciaire, par l'amorce de stratification qui s'y dessine ainsi que l'allure homométrique de ses cailloutis. Quelques gros blocs erratiques de calcaire

blanc, tapissant le plancher de la carrière, attestent cependant que nous sommes en présence d'une moraine. L'altération superficielle de couleur rougeâtre est assez puissante, atteignant au moins deux mètres. La surface de contact entre moraine saine et moraine altérée est très irrégulière.

3) Au sommet, un loess inaccessible en place contient Succinea oblonga comme on peut le constater sur des blocs effondrés dans les éboulis.

A l'E de cette carrière, de l'autre côté du chemin, une autre petite coupe superficielle montre de nombreux blocs de calcaire de toutes tailles.

Mais la coupe la plus intéressante ouverte dans la moraine et les alluvions associés est celle de la carrière Rampon, située immédiatement à l'W du village d'Ars (Villefranche n° 2, X = 195, Y = 9, Z = 240 m). Cette carrière, montrant une succession importante de dépôts différents, a donné lieu à de nombreuses discussions qui ne sont pas encore closes. Mis à part la couverture loessique complexe sur laquelle nous reviendrons ultérieurement, on peut y observer :

1) Une moraine typique, à l'entrée de la carrière côté S, à galets calcaires striés noyés dans une abondante matrice fine de couleur claire. Cette moraine d'Ars constitue la petite butte de Montatray culminant à 276 m et se poursuit vers le NW par la colline morainique allongée transversalement par rapport à la direction d'écoulement de la glace, bien reconnaissable vers les lieux dits "les Grayes" et "Champdelon". C'est ici le point le plus occidental que la moraine ait atteint au cours de sa progression.

2) Vers le N, cette moraine typique devient beaucoup plus caillouteuse, contenant aussi des galets striés et de gros blocs

de calcaire blanc fin, de roche granitique à gros cristaux très altérée et de schistes.

3) Sur la face W de la carrière d'Ars, on voit cette moraine passer à une alluvion fluvio-glaciaire à galets assez hétérométriques, contenant encore de gros blocs mais présentant une stratification bien visible. La nature des galets est essentiellement siliceuse, l'altération ayant éliminé la plupart des calcaires et des roches cristallines. Ces cailloutis fluvio-glaciaires doivent représenter le cône d'alluvions de transition de la moraine d'Ars-Mizérieux. Ils forment une grande terrasse s'étendant loin vers l'W, de pente assez faible, et divisée en deux plateaux séparés par le ravin de Frans creusé postérieurement, pendant et après le recul du glacier. Ce sont les deux terrasses de Champ au S et de Bessey au N qui arrivent jusqu'à proximité de la Saône. Ce cône initial devait se prolonger un peu au delà mais il a été raboté par l'érosion ultérieure qui a creusé la vallée de la Saône actuelle. Son développement E-W atteint 3 km de long sur 4 de large N-S. Son altitude maxima est 250 m, c'est à dire environ 80 m au-dessus du niveau de la rivière et sa pente, très faible, ne dépasse pas 0,5 %. Il est nettement en contrebas de la terrasse du Roizet qui atteint 105 m d'altitude relative et correspond aux moraines du stade I. Ce stade II, très important puisqu'il a été précédé d'un creusement considérable, que l'on peut évaluer au minimum à 50 m, suivi d'un alluvionnement atteignant l'altitude de 250 m, ne semble pas se retrouver ailleurs dans la feuille de Villefranche. Les cailloutis de la terrasse peuvent être cimentés par endroit en un véritable poudingue, et sont généralement très altérés en surface, d'une altération de couleur rouge rappelant le ferretto et atteignant deux à trois mètres d'épaisseur.

Toutes ces formations sont recouvertes par un limon complexe qui a donné lieu à de nombreuses études car il se présente en couches superposées.

La partie de la carrière la plus intéressante, observable actuellement, est la face NE (Pl. 10, fig. 8). On peut y relever la succession suivante de bas en haut:

- 1) A la base, une importante lentille de sable fin non décalcifié, d'apparence homogène.
- 2) La moraine passant au cône fluvio-glaciaire.
- 3) Altération de la moraine, brun rouge, formant des poches profondes, d'épaisseur moyenne 1 m.
- 4) Un limon rougeâtre inférieur.
- 5) Un limon ocre clair superposé au précédent.
- 6) Un limon caillouteux gris rosé passant localement à un cailloutis à matrice limoneuse tant l'abondance des galets est grande.
- 7) Un limon gris cendré.
- 8) Un limon ocre clair soliflué sur le limon précédent.
- 9) Un limon rougeâtre.
- 10) Un nouveau limon ocre clair.
- 11) Entre les deux limons ci-dessus se situe un niveau blanc, peu épais (quelques cm), d'accumulation calcaire.
- 12) Au sommet, altération superficielle récente et terre végétale.

Malheureusement, tous les niveaux superposés à la moraine ne sont pas accessibles et l'observation ne peut se faire qu'à distance. Il en résulte une certaine imprécision dans la description.

F. Bourdier dans sa thèse (1958) a donné une coupe interprétative de la carrière d'Ars. Cette coupe a été relevée il y a

plusieurs années et l'exploitation ayant avancé depuis, il se trouve que son aspect initial en a été modifié comme je vais l'indiquer maintenant (Pl. 9, fig. 7). Ainsi les deux faces A et B de la carrière ancienne ont maintenant disparu. Les faces C et D ont été reculées par le creusement. Il est intéressant à ce propos de remarquer combien l'exploitation d'une carrière en fait changer l'aspect et par là même son interprétation. Voici ce que cet auteur écrit à son sujet (p. 138 et suivante) :

"La carrière Rampon montre une moraine à faciès fluviatile contenant des blocs erratiques assez nombreux et comportant quelques parties plus argileuses où abondent les galets striés... Vers la base de la moraine apparaît parfois un limon loessoïde contenant des coquilles rappelant celles de l'habituelle faune du loess. Ce limon,... date probablement de la période de progression du glacier. Bien visible en 1953 (observé avec J. Combier), il ne l'était plus en 1955.

En 1939, j'avais vu et signalé sous la moraine, au niveau du plancher de la sablière, une mince lentille d'une alluvion quartzeuse (1) nettement ferretisée, que je rapprochais des alluvions Jaunes lyonnaises. Depuis, cette lentille avait disparu ... ; or, en avril 1955, ..., nous l'avons revue. Elle atteignait deux mètres d'épaisseur, et une douzaine de mètres de long. Parmi les galets alpins, certains, mal roulés laisseraient supposer qu'il s'agit d'une moraine altérée appartenant à une glaciation antérieure à celle d'Ars ; notre lentille serait peut être l'équivalent du niveau à quartzites séparant les deux moraines caillouteuses (Riss I et II, ou Riss I et Mindel) constituant les alluvions grises lyonnaises.

Sur la moraine supérieure d'Ars reposent par endroits des lambeaux de loess ; ce loess n'est séparé de la moraine par aucun niveau d'altération et semble donc s'être accumulé peu après le départ du glacier ; il contient une faune malacologique bien caractéristique, avec des espèces froides ...

La partie supérieure de ce loess, décalcifiée, constitue un limon jaune clair qui passe progressivement vers le haut à un limon plus foncé fortement fendillé... ; ces deux couches d'altération atteignent parfois plus d'un mètre d'épaisseur et sont recouvertes par un manteau de loess récent moins discontinu que celui du loess ancien. La base de ce loess présente un cailloutis de solifluxion surtout développé en bas des pentes, où il peut exceptionnellement atteindre 3 mètres d'épaisseur ... Sur ce cailloutis repose le loess récent inférieur de teinte un peu grisâtre, sensiblement décalcifié dans sa masse et présentant une légère stratification d'origine sub-aérienne (ruissellement dû aux fontes des neiges ?) ; ce loess récent inférieur, dont l'épaisseur varie entre 20 et 80 cm, est surmonté d'un loess très calcaire, de teinte blanc jaunâtre, contenant une riche faune malacologique typique, dont l'épaisseur peut atteindre 2,50 mètres ; il est recouvert par un limon décalcifié d'altération là où les érosions liées à l'agriculture ne l'ont pas détruit..."

Après cette description détaillée, F. Bourdier donne une interprétation complète de la coupe d'Ars.

- 1) Au Mindel ou à un Riss ancien, il rapporte les cailloutis altérés de base pouvant représenter le résidu d'une ancienne moraine.
- 2) A l'interglaciaire Mindel-Riss, ou à un interstade du Riss, aurait eu lieu l'altération de ces cailloutis.
- 3) Au Riss récent, pendant la phase d'avancée du glacier, se serait formé le limon loessoïde superposé aux cailloutis altérés de base.
- 4) Toujours au Riss récent, la moraine d'Ars représenterait le maximum.
- 5) Pendant le retrait de ce Riss récent, se serait déposé le loess ancien.
- 6) A l'interglaciaire Riss-Wurm est rapporté l'altération de ce loess ancien.

- 7) Un phénomène de solifluxion contemporain du début du Wurm serait responsable du remaniement de la moraine et des cailloutis altérés.
- 8) Au Wurm ancien, dépôt du loess récent inférieur.
- 9) Peut être légère altération de ce loess récent inférieur pendant un interstade wurmien.
- 10) Dépôt du loess récent supérieur antérieur au maximum wurmien de la plaine lyonnaise.
- 11) Altération du loess récent pendant le post Wurm.
- 12) Disparition presque totale de cette couche d'altération par une érosion liée probablement à la déforestation agricole.

Ainsi F. Bourdier rapporte au Riss le dépôt de la moraine d'Ars ; le dépôt et l'altération des différents loess superposés à la moraine seraient postérieurs et surtout Wurmiens.

Actuellement, les cailloutis anciens (1) et le limon loessoïde (2) ne sont plus visibles, mais une lentille de sable fin gris, non décalcifié, les remplace. On ne peut lui donner aucun âge relatif. Il se pourrait que ce soit un dépôt sableux interstratifié dans la moraine, et donc sans aucune signification. Par contre, au moins localement, il y a bien altération superficielle de la moraine avant le dépôt du complexe supérieur des limons.

La moraine accumulée par solifluxion n'est plus visible aujourd'hui. Quant aux limons supérieurs, on peut seulement les approcher dans la partie haute de la carrière, nouvellement découverte à l'extrême NE, où l'on relève la succession suivante : (Pl. 11, fig. 9). De bas en haut :

- 1) A la base, moraine d'Ars.
- 2) Altération supérieure de la moraine formant une poche de cryoturbation se reliant à une fente en coin oblique

à l'intérieur même du sédiment glaciaire ; cette fente est remplie de sable.

- 3) Limon rubéfié inférieur (= n° 5 de F. Bourdier ?).
- 4) Limon gris cendré décalcifié (= n° 8).
- 5) Limon tendre, ocre clair, sableux, très décalcifié (= n° 9).
- 6) Limon dur, ocre clair, peu décalcifié (= n° 10).
- 7) Lehm supérieur et terre végétale (= n° 11).

Dans une autre carrière, abandonnée, plus près du village d'Ars (Villefranche, n° 2 X = 223, Y = 10, Z = 240 m), on peut atteindre des limons superficiels qui se présentent de la façon suivante (Pl. 11, fig. 10) :

- 1) A la base, un lehm caillouteux, rubéfié, décalcifié, dont le substratum n'est pas visible, étant masqué par les éboulis (= n° 5 ?).
- 2) Limon caillouteux décalcifié (= n° 7 ?).
- 3) Limon ocre clair, non altéré, fossilifère, devant correspondre au loess récent supérieur, et dont j'ai pris un échantillon pour en faire l'analyse malacologique (= n° 8 ?).
- 4) Limon supérieur ocre plus foncé, fossilifère (= n° 10 ?).

La faune récoltée dans le niveau (4), peu abondante, a donné 42 coquilles pour 5 kg de sédiment soit environ 8 mollusques par kg, ce qui, est peu. A cette pauvreté en nombre s'ajoute une pauvreté en espèces au nombre de 4 seulement.

Liste malacologique :

<u>Arion</u> sp	ccc
<u>Fruticicola hispida</u> (<u>Lin.</u>)	10 %
<u>Vallonia costata</u> (<u>Mull.</u>)	7 %
<u>Pupilla muscorum</u> (<u>Lin.</u>)	71 %
<u>Succinea oblonga</u> (<u>Drap.</u>)	12 %

Cette liste correspond à celle publiée par G. Mazenot (1951) pour le loess supérieur d'Ars, c'est à dire le n° 10 de l'interprétation de F. Bourdier. La seule différence réside dans le pourcentage respectif de Pupilla muscorum (44 % contre 71 %) et de Succinea oblonga (46 % contre 12 %).

Pour le loess inférieur, que jé n'ai pu atteindre dans l'état actuel des carrières, et correspondant au n° 9 de l'interprétation de F. Bourdier, G. Mazenot (1951) publie la liste malacologique suivante :

<u>Arianta arbustorum</u> (<u>Lin.</u>)	1 %
<u>Fruticicola hispida</u> (<u>Lin.</u>)	56 %
<u>Vallonia costata</u> (<u>Mull.</u>) (grande forme)	1,5 %
<u>Pupilla muscorum</u> (<u>Lin.</u>) (grande forme)	26 %
<u>Columella columella</u> (<u>V. Mart</u>)	3 %
<u>Succinea oblonga</u> (<u>Drap.</u>)	12 %
<u>Cochlicopa lubrica</u> (<u>Mull.</u>)	0,7 %

L'auteur conclut que cette faune est la faune banale du loess wurmien lyonnais, bien que le sédiment soit peu fossilifère.

Dans le loess supérieur, l'absence de Arianta arbustorum et de Columella columella, espèces de caractère soit montagnard soit nordique, indiquerait un adoucissement du climat qui pourrait alors correspondre au climat des temps post-wurmiens. L'auteur recommande de prendre cette faune du loess supérieur d'Ars en considération avec prudence, car elle ne se distingue de la faune du loess inférieur que par des caractères négatifs. Néanmoins, il indique que sa présence ailleurs qu'à Ars la rendrait par contre tout à fait significative.

A Mizérieux, 2 km au S d'Ars, au lieu dit "Montessuy" dans le chemin de direction N-S, affleure un loess de deux mètres au moins de puissance, à la cote 241 m approximativement. Le tamisage dans l'eau a donné les résultats suivants :

Bonne dissociation, résidu abondant de poupées et rhizocolles de petite taille, quelques graviers et grains de sable grossier.

Faune malacologique :

Riche en coquille (70 par kg de sédiment) mais très pauvre en espèces :

<u>Arion</u> sp	c
<u>Fruticicola hispida</u> (<u>Lin.</u>)	35 %
<u>Pupilla muscorum</u> (<u>Lin.</u>)	5 %
<u>Succina oblonga</u> (<u>Drap.</u>)	60 %

Cette faune se différencie encore de la faune du loess supérieur d'Ars par un caractère négatif, l'absence ici de Vallonia costata ; mais c'était le fossile le moins fréquent. La variation des pourcentages des autres espèces est importante, surtout pour Pupilla muscorum qui se fait rare à Mizérieux. Quoi qu'il en soit, il semble bien que cette faune appauvrie soit assez caractéristique du loess supérieur de la région.

Ce loess recouvre entièrement la terrasse fluvio-glaciaire de 250 m à l'W d'Ars et de Mizérieux, ainsi que la moraine de Mizérieux elle-même.

Le loess wurmien supérieur à la faune appauvrie n'a pas été reconnu par mes recherches à la surface du plateau dombiste. Il est possible qu'il ne s'y soit pas déposé mais il est plus vraisemblable qu'il y forme un manteau continu de faible épaisseur qui a été décalcifié par la suite et ne peut plus être distingué des loess non calcaires qui recouvrent également l'en-

semble des Dombes, tout au moins paléontologiquement. Toutefois, G. Mazenot m'a confié qu'il avait récemment découvert, en de rares endroits, des zones discontinues dont la décalcification n'a pas été complète et où une faune caractéristique se révélera peut être.

Outre l'analyse malacologique du loess supérieur, j'ai effectué une analyse minéralogique des alluvions fluvio-glaciaires issus de la moraine d'Ars-Mizérieux. Le prélèvement du sable interstitiel a été fait dans la carrière d'Ars, à peu près dans la zone de passage de la moraine au cône fluvio-glaciaire.

Liste minéralogique

Epidotes	29 %
Grenat	42 %
Amphiboles	8 %
Tourmaline	10 %
Zircon	-
Rutile	-
Sphène	5 %
Chloritoïde	5 %

L'association épidotes, grenat, amphiboles ne représente que les 79 % du stock minéralogique total, mais la présence du chloritoïde, minéral typiquement alpin, dans une proportion notable, indique de façon sûre que nous sommes en présence d'une alluvion d'origine alpine. D'ailleurs, aucun minéral caractéristique d'une autre provenance ne figure dans la liste. Le sphène est présent en assez grand nombre, mais n'a pas de signification paléogéographique bien définie.

S T A D E I I I

Au troisième stade glaciaire, j'ai rapporté la formation morainique de Civrieux-Bernoud, passant à l'W au cône fluvio-glaciaire de Parcieux et formant une terrasse bien caractérisée à la cote 240 m. Sa pente est un peu plus forte que celle de la terrasse fluvio-glaciaire du stade II puisqu'elle atteint et dépasse même 1 %, en direction de l'W. Ce cône de transition fluvio-glaciaire est partagé en deux par le profond ravin qu'y a creusé le "Grand Ruisseau" après son dépôt.

La moraine affleure à Proulieu, dans le chemin qui mène au Tremblay ; elle montre des galets emballés dans une matrice limono-sableuse importante, de nature essentiellement quartzeuse. On peut y distinguer quelques galets cristallins très altérés. Les gros blocs sont généralement mal roulés, et certains galets sont cassés en place. Ici, nous sommes en présence du sommet de la moraine, dans la zone d'altération superficielle, ce qui explique l'absence d'éléments calcaires ainsi que la décomposition des éléments cristallins.

A quelque distance au N.E., au lieu dit "le Molard", à la cote 246 m, au pied de la cotière séparant la moraine à l'E des alluvions de progression à l'W, le talus de la route qui descend dans la vallée du Grand Ruisseau entame la moraine qui est ici typique et non altérée, avec abondance de galets calcaires et cristallins emballés dans une importante matrice limoneuse ocre clair.

De l'autre côté du ruisseau, à 300 m à l'W du petit village de Bernoud, la moraine typique affleure aussi dans une petite carrière aujourd'hui abandonnée.

Cette moraine passe progressivement à l'W aux alluvions fluvio-glaciaires formant la terrasse de Parcieux. Ces allu-

vions sont visibles à Massieux, au lieu dit "les Trois Fourneaux", cote 225 m, où une importante carrière entame le flanc N de la vallée. On voit bien le passage à la moraine dans ces alluvions caillouteuses, à galets hétérométriques, de toute nature, mais surtout siliceuse, en général bien roulés mais contenant encore des blocs de plusieurs dizaines de cm peu émoussés. La matrice intersticielle est ici sableuse, assez grossière, et de couleur grise. La stratification, bien visible dans l'ensemble du sédiment, est encore confuse dans le détail. La formation paraît présenter des analogies avec les alluvions grises de progression des glaciers rissiens de la région lyonnaise. Tout le cône fluvio-glaciaire est recouvert de loess.

On peut encore observer les alluvions de progression à Parcieux même, au lieu dit "la Carême", à la cote 230 m où ils présentent le même faciès qu'à Massieux.

A Massieux "les Trois Fourneaux", j'ai prélevé un échantillon de la matrice sableuse des cailloutis fluvio-glaciaires pour le soumettre à l'analyse granulométrique (Pl. 2, fig. 14) et minéralogique.

Analyse granulométrique

La courbe de fréquence révèle un maximum principal peu accentué pour les éléments moyens des sables. Les sables grossiers sont en proportion plus considérables que les sables fins qui sont peu représentés. Cette courbe est caractéristique d'un sédiment jeune, encore mal trié, mais ayant déjà été l'objet d'une certaine sélection puisqu'on y trouve un maximum assez accentué. Les eaux de fusion du glacier, assez abondantes, ont pu entraîner à peu près toute la phase fine du sable grâce à leur compétence assez élevée.

Tableau des indices

Indices Unités	Med	Q ₁	Q ₃	Moy	E
Alpha	4,2	1,2	6,1	3,65	2,45
mm	0,38	0,76	0,25	0,47	0,58

Analyse minéralogique

Teneur en calcaire : 34,5 %, ce qui est beaucoup mais la moraine ayant fourni les matériaux est très proche.

Minéraux lourds

Teneur pondérale :

classe I	0,1666 g	soit	0,60 %
" II	0,5924 g	"	1,45 %
" III	0,2451 g	"	2,20 %
Total	1,0041 g	"	1,30 %

La teneur en minéraux lourds est normale, aussi bien en ce qui concerne le pourcentage global que les pourcentages partiels des différentes classes.

Liste minéralogique

Epidotes	52 %	} 90,5 %
Grenat	31 %	
Amphiboles	7,5 %	
Glaucophane	2 %	

Chloritoïde	2 %
Rutile	2 %
Topaze	1 %
Zircon	1 %
Corindon	1 %

Nous avons ici la liste même d'un stock minéralogique appartenant à un sédiment de provenance alpine. Les trois minéraux Epidotes, Grenat, Amphiboles représentent plus de 90 % de la teneur globale en minéraux lourds et le cortège des minéraux alpins caractéristiques, Glaucophane et Chloritoïde, intervient pour 4 %.

J'ai prélevé de même un échantillon de la matrice sableuse des alluvions fluvio-glaciaires de Parcieux "la Carême", afin d'en comparer les courbes granulométriques et les minéraux lourds avec ceux de Massieux "les Trois Fourneaux" et des Alluvions grises de progression de Sathonay.

Analyse granulométrique (Pl. 2, fig. 11)

La courbe de fréquence est ici encore moins régulière que celle des sables de Massieux. On y retrouve le même maximum principal, un peu moins accentué cependant, pour les sables moyens avec le petit maximum adjoint pour les sables un peu plus fins. Les sables grossiers sont encore plus représentés que précédemment, surtout pour les éléments de taille égale ou supérieure à 0,5 mm. Enfin, il existe un petit maximum pour les éléments fins qui n'existait pas dans le cas des sables de Massieux. Néanmoins, l'allure générale est la même.

Tableau des indices

Indices Unités	Med	Q ₁	Q ₃	Moy	Ecart type
Alpha	4,7	2,3	6,2	4,25	1,95
mm	0,34	0,59	0,24	0,38	0,64

Analyse minéralogique

Teneur en calcaire : 27,6 %, un peu moins forte que dans le cas précédent.

Minéraux lourds

Teneur pondérale :

classe I	0,1995 g	soit	0,6 %
" II	0,8595 g	"	1,6 %
" III	0,4097 g	"	3,6 %
Total	1,4687 g	"	1,5 %

La teneur globale en minéraux lourds est un peu forte, le pourcentage des éléments fins est assez considérable sans être exceptionnel.

Liste minéralogique

Epidotes	58 %	} 86 %
Grenat	28 %	
Tourmaline	2,5 %	
Glaucophane	2,5 %	

Chloritoïde	0,5 %
Rutile	2 %
Topaze	3 %
Zircon	4 %

Ici, le fait le plus remarquable est la disparition des amphiboles et l'apparition de la tourmaline. L'association grenat-épidotes représente 86 % du total des minéraux lourds, ce qui est en accord avec l'analyse précédente. De même, l'association des minéraux alpins caractéristiques glaucophane et chloritoïde, est toujours présente mais en moins grande proportion. Les deux sédiments n'en sont pas moins assez semblables au point de vue minéralogique et il est intéressant de remarquer que dans un même sédiment il peut se produire des variations assez importantes aussi bien en ce qui concerne la teneur que la composition en minéraux rares, dans des échantillons prélevés en plusieurs endroits différents. Ici, ils ne se distinguent que par l'absence d'un minéral principal, mais les minéraux caractéristiques sont bien représentés et les teneurs globales respectées.

La feuille géologique de Bourg au 80.000^e, 2^{ème} édition, note comme alluvions de progression ou alluvions grises (a^{1a}) les cailloutis formant la terrasse de Genay, au S de Parcieux, de même que la nouvelle feuille de Lyon au 50.000^e. Mais les alluvions des terrasses de Parcieux et de Massieux sont notés comme des alluvions de la terrasse de 50-60 m (a^{1b}), avec la précision que sur la rive gauche de la Saône elles découlent des glaciers rissiens. Or il est manifeste dans la topographie que ces trois terrasses ne forment qu'un même cône à une même altitude, approximativement 240 m soit environ 70 m au-dessus du niveau de la Saône. Ainsi, j'ai été amené à étudier, au point de vue granulométrique et minéralogique, les alluvions grises de Sathonay, prises comme référence, pour en comparer les résultats avec ceux obtenus de l'analyse des sédiments de Parcieux et de Massieux.

ALLUVIONS GRISES DE SATHONAY (Pl. 2, fig.10)

Analyse granulométrique

La courbe de fréquence de la matrice sableuse des alluvions grises est assez régulière et présente un maximum principal peu accentué pour les éléments moyens, avec un maximum secondaire pour les éléments un peu plus grossiers. La teneur en sables grossiers est assez importante alors que la teneur en éléments fins est très faible. C'est une courbe d'un sédiment jeune, mais déjà assez bien trié, et elle semble se situer entre les deux courbes des alluvions de Parcieux et de Massieux. Ces trois courbes ont beaucoup d'analogies tant par leur allure générale que par la position de leurs maxima et indiquent bien un mode de dépôt semblable malgré quelques variations mineures dans le détail.

Tableau des indices

Indices Unités	Med	Q ₁	Q ₃	Moy	Ecart type
Alpha	4	1,5	5,4	3,45	1,95
mm	0,40	0,71	0,29	0,46	0,64

Analyse minéralogique

Teneur en calcaire : 22 %, un peu plus faible que dans les deux cas précédents.

Minéraux lourds

Teneur pondérale :

classe I	0,1739 g	soit	0,40 %
" II	1,0495 g	"	2,15 %
" III	0,1619 g	"	4,15 %
Total	1,3853 g	"	1,45 %

Le pourcentage global des minéraux lourds est normal, un peu fort, mais il faut remarquer l'accroissement considérable de la teneur en éléments rares de la classe I à la classe III, les sables fins arrivant à en contenir 4,15 %, ce qui est considérable. Cela s'explique cependant par le fait que les minéraux lourds étant beaucoup plus denses que les sables ordinaires sont moins facilement entraînés par les courants et enrichissent la fraction qui reste en place.

Liste minéralogique :

Epidotes	51 %	} 97 %
Grenat	44 %	
Amphiboles	2 %	
Tourmaline	1,5 %	
Andalousite	-	
Rutile	-	
Sillimanite	-	
Zircon	0,7 %	

Les trois minéraux épidotes, grenat, amphiboles, font à eux seuls les 97 % du total des minéraux lourds du sédiment. Une absence est remarquable, celle des minéraux caractéristiques du cortège alpin, glaucophane et chloritoïde. Par contre l'andalousite fait son apparition, en quantité infime il est vrai (moins de 0,5 %), mais c'est un minéral des sédiments en provenance du Massif Central. Est-ce à dire que la région de Sathonay aurait connu un apport faible venant de l'W, c'est possible étant donné que nous sommes dans une région d'étranglement de la vallée

de la Saône et qu'un apport, si faible soit-il, du Massif Central a eu toutes les chances de se mêler aux sédiments venus des Alpes. Quoi qu'il en soit, l'absence des minéraux alpins est troublante et on peut dire que si les trois alluvions étudiées procèdent bien d'un même mode de formation en vertu d'une grande analogie de leurs courbes granulométriques, leur ressemblance s'arrête là car leurs stocks minéralogiques présentent de grandes différences.

A quelques centaines de mètres au S de Parcieux, au lieu dit "les Combes" et à une altitude approximative de 210 m (Villefranche n° 6, X = 230, Y = 53), existe une petite carrière creusée dans une formation uniquement sableuse rappelant par son faciès les sables de Toussieux, mais visiblement située à la base des alluvions de progression du troisième stade glaciaire rissien. Je pense qu'il s'agit là d'un accident de la sédimentation des cailloutis, d'autant plus que des sables semblables affleurent également dans le petit ravin du Pillet et le long de la route de Vicard à Massieux à la base du flanc N de la vallée du Grand Ruisseau. Ces sables semblent donc avoir une assez grande extension et ils pourraient avoir été déposés immédiatement avant l'arrivée des alluvions fluvio-glaciaires de progression qui les surmontent par un cours d'eau calme comme semble l'indiquer leur apparence fine et homogène ainsi que leur stratification entrecroisée évidente.

La coupe de la carrière des Combes (Pl. 13, fig. 14) montre à la base un sable fin, d'apparence homogène, comprenant plusieurs lentilles à stratification entrecroisée. J'y ai fait un prélèvement pour analyse granulométrique et minéralogique. Au-dessus d'un talus d'éboulis, une deuxième formation de sables plus grossiers surmonte les sables inférieurs. Un deuxième prélèvement y a été fait.

Au sommet enfin, sur un lit d'argile blanche d'une épaisseur de 5 cm, affleurent des cailloutis très altérés et rubéfiés

mêlés à un limon de pente et dont l'origine autochtone est douteuse. Vraisemblablement, il s'agit plutôt d'un cailloutis de solifluction formé aux dépens des alluvions de progression et des limons supérieurs.

SABLES FINS INFÉRIEURS

Analyse granulométrique (Pl. 2, fig. 12)

La courbe de fréquence est typique d'une alluvion sableuse bien triée, avec un seul maximum bien accentué au niveau des éléments de taille moyenne. Ces sables ont subi un tri assez long qui laisse supposer une provenance relativement lointaine car les éléments grossiers sont absents, tandis qu'il y a eu dépôt de quelques éléments fins.

Tableau des indices

Indices Unités	Med	Q ₁	Q ₃	Moy	E
Alpha	7,9	7,3	8,8	8,05	0,75
mm	0,165	0,19	0,13	0,16	0,84

Analyse minéralogique

Teneur en calcaire : la teneur en calcaire est de 6,8 % ce qui est très peu et indique sans doute une assez longue phase d'altération.

Minéraux lourds

Teneur pondérale

classe I	0,0764 g	soit	1,65 %
" II	0,2883 g	"	0,35 %
" III	1,3031 g	"	1,50 %
Total	1,6678 g	"	0,95 %

Ici, paradoxalement, c'est la phase grossière du sédiment qui renferme la plus forte teneur en minéraux lourds, tandis que le pourcentage global est normal pour un sable.

Liste minéralogique

Epidote	70 %	}	90 %
Grenat	12 %		
Amphiboles	8 %		
Topaze	-		
Rutile	3 %		
Andalousite	6 %		

La teneur globale des trois minéraux épidote, grenat, amphiboles, atteint 90 % ce qui est normal pour un sédiment de provenance présumée alpine. Il faut y remarquer le pourcentage important des épidotes. Par contre, il y a absence totale des minéraux alpins caractéristiques, glaucophane et chloritoïde, en relation avec la présence d'andalousite, minéral en provenance du Massif Central. On pourrait dire qu'il y a ici un caractère alluvions grises accusé.

SABLES GROSSIERS SUPERIEURS

Analyse granulométrique (Pl. 2, fig. 13)

La courbe de fréquence de ces sables "grossiers" supérieurs par opposition aux sables plus fins inférieurs, montre en réalité un très faible accroissement des éléments grossiers par rapport aux précédents. Ce qui différencie le plus les deux formations, c'est la présence de deux maxima dont le plus accentué est en relation avec la fraction assez fine du sédiment. En somme, ces deux maxima cantonnés dans la fraction moyenne indiquent seulement un apport un peu différent par rapport au cas précédent.

Tableau des indices

Indices Unités	Med	Q ₁	Q ₃	Moy	E
Alpha	6	5	7,3	6,15	1,15
mm	0,25	0,32	0,19	0,25	0,77

Analyse minéralogique

Teneur en calcaire : Elle est ici de 11,7 %, légèrement supérieure à celle du sable fin inférieur.

Minéraux lourds

Teneur pondérale

classe I	-		
" II	0,7585 g	soit	0,67 %
" III	0,7074 g	"	3,8 %
Total	1,4659 g	"	0,9 %

La teneur globale en minéraux lourds est très comparable à celle des sables fins inférieurs, mais de grandes variations interviennent au niveau des trois classes. Ici, la phase grossière du sable est dépourvue de stock minéralogique lourd et c'est la phase fine qui en contient le plus, contrairement à ce qui se passe dans le cas précédent.

Liste minéralogique

Epidotes	65 %	}	92 %
Grenat	19 %		
Amphiboles	8 %		
Tourmaline	1 %		
Zircon	2,5 %		
Topaze	4,5 %		

Le pourcentage des trois minéraux épidotes, grenat, amphiboles est caractéristique d'un sédiment de provenance alpine et diffère peu de la teneur enregistrée dans le sédiment inférieur. Par contre, ici, l'andalousite fait défaut, mais les minéraux alpins sont toujours absents. Néanmoins, l'analogie minéralogique des deux formations est assez grande malgré quelques variations de détail.

Tous les caractères de ces sables, courbes de fréquence, teneur en calcaire etc... semblent indiquer un sédiment différent des alluvions de progression, malgré l'analogie minéralogique qu'ils présentent avec les alluvions grises. Ce pourrait être un témoin interstadiaire compris entre les deux dernières avancées du glacier du plateau, immédiatement avant l'arrivée des alluvions de progression du stade 3. De tout ceci, il résulte que la formation possédant le plus d'analogies minéralogiques avec les alluvions grises est celle des sables de Parcieux les Combes.

II - LES MORAINES DU PLATEAU DOMBISTE

S'il est relativement aisé de reconnaître les moraines frontales, bien que dans la région elles ne forment pas de vallums très caractéristiques, la topographie du plateau bressan ne permet plus de distinguer les divers stades vers l'intérieur. De plus, les coupes sur le plateau sont extrêmement rares et très éloignées les unes des autres, ce qui rend très difficile et incertaine une corrélation quelconque entre les diverses formations étudiées. Néanmoins, ces coupes existent.

A Civrieux, à l'E de Parcieux, nous sommes en pleine topographie morainique très confuse, avec de nombreuses buttes dont la plus élevée atteint la cote 311 m. Malheureusement, les affleurements sont totalement absents si ce n'est une mauvaise coupe dans le chemin creux allant de Civrieux au petit hameau de Lizieux et montrant une formation à galots emballés dans une matrice limoneuse, appartenant à la moraine sous-jacente. Le limon loessique tapisse aussi la région et se poursuit à l'E en un manteau continu respectant quelques croupes glaciaires seulement.

A Saint Jean de Thurigneux, quelques km au N de Civrieux, au N de l'étang du Mont, existe une importante carrière (Villefranche n° 7, X = 85, Y = 271) creusée dans une moraine à galots calcaires striés, contenant quelques blocs erratiques dispersés dans une très abondante matrice sableuse et limoneuse gris clair. La moraine est très homogène en cet endroit, et visible sur une puissance d'une dizaine de mètres. Le plancher de la carrière étant à la cote 280 m, il est vraisemblable que dans la région, tout point de cote égale ou supérieur à 280 m est situé sur un soubassement morainique. La butte de Saint Jean de Thurigneux est dépourvue de couverture loessique.

Au lieu dit "l'Hopital", à l'W de Saint André de Corcy, à la cote 295 m, une ancienne carrière en voie de disparition

creusée à la surface même du plateau, montre une coupe complexe (Villefranche n° 7, X = 278, Y = 189) (Pl. 12, fig. 11).

1) A la base, affleure la moraine à faciès fluviatile ne contenant pas de gros blocs, à galets généralement bien roulés et de nature essentiellement siliceuse, mais emballés avec un désordre parfait dans la matrice très finement sableuse, de couleur ocre clair, isolant chaque caillou de ses voisins.

2) Au-dessus de la moraine repose un limon jaune inférieur d'environ 1,5 m de puissance, contenant quelques galets de grande taille (5-6 cm) disséminés au sein de la formation. La limite supérieure de la moraine supportant le limon est très nette et horizontale, ne montrant aucun niveau d'altération.

3) Sur le limon jaune inférieur existe un limon ocre clair supérieur de puissance égale à 1 m, apparemment sans galets et très tendre, vraisemblablement soliflué sur le limon sous-jacent. Ces deux limons sont complètement décalcifiés et n'ont donné au lavage aucune faune malacologique.

4) Limon superficiel rougeâtre, peut être résultant de l'altération du limon supérieur.

5) Terre végétale.

Il est incontestable ici qu'il y a eu deux phases de dépôt éolien après l'arrivée de la moraine et le départ du glacier. Le limon inférieur, après s'être déposé, a subi une phase d'altération assez longue pour être décalcifié dans sa masse avant la sédimentation du limon supérieur soliflué qui a subi à son tour une altération de longue durée. La moraine doit être celle de la troisième phase glaciaire, la plus superficielle. Quant aux limons qui la recouvrent, d'apparence non stratifiée, il est vraisemblable qu'il s'agit d'anciens loess sans doute ori-

ginellement pauvres en calcaire, et complètement lehmifiés aujourd'hui. C'est sur de telles formations altérées et rendues imperméables par l'enrichissement corrélatif en argiles que reposent les étangs des Dombes, comme l'étang des Planches qui est situé immédiatement au S de l'Hôpital.

A Saint André de Corcy même, à l'emplacement de la nouvelle station radio, le sol a été creusé pour asseoir les fondations des pylones et les formations rencontrées sont les mêmes que celles de l'Hôpital, c'est à dire des limons décalcifiés.

Un peu à l'E de Saint André de Corcy existent deux dépressions fermées de petite taille (quelques dizaines de mètres de diamètre), dont la formation ne semble pas artificielle. Peut être s'agit-il là de pseudo dolines ou dolines de thermokarst que l'on rencontre sur les plateaux ayant subi l'action d'une calotte glaciaire. Elles seraient sans doute dûes à la fusion d'une lentille de glace résiduelle après le retrait du glacier, qui aurait fondu par la suite, le volume de cette lentille devant se retrouver à peu près dans le volume de la dépression. Malheureusement aucune coupe n'est visible. J. Corbel (1953) attribue de la même façon la dépression des Echets à la fonte d'un culot de glaces mortes de dimensions beaucoup plus importantes.

Au S de ce même village, au lieu dit "le Bois des Rattières", à la cote approximative de 292 m, une ancienne carrière en voie de comblement montre encore la partie supérieure d'une formation à galets siliceux analogue à celle de l'Hôpital, mais contenant aussi quelques éléments calcaires et cristallins très altérés, recouverte d'une mince pellicule de limon.

Au N du grand étang de Birieux, une ancienne carrière abandonnée permet encore d'observer la partie supérieure de la moraine des Dombes, recouverte d'environ 1 m de limon décalcifié.

Dans le N de la feuille, au lieu dit Villon (Villefranche n° 2, X = 330, Y = 350), au S de Cesseins et à la cote 266 m, une carrière actuellement exploitée entame une formation morainique complexe (Pl. 12, fig. 12), comprenant de bas en haut :

1) Moraine inférieure cryoturbée, riche en galets calcaires, à matrice sableuse grossière et peu abondante. C'est une formation très caillouteuse, polygénique et renfermant quelques blocs.

2) Au dessus de cette moraine repose une importante lentille sableuse à noyau argileux comprenant :

3) Sable rubéfié inférieur.

4) Sable non altéré gris clair supérieur.

5) Lentille argileuse formant le noyau, gris blanchâtre, altérée et se divisant en polyèdres.

6) Une moraine supérieure très riche en matrice ocre jaune claire, très finement sableuse et argileuse, contenant peu de galets et de cailloux mais quelques blocs anguleux. Cette moraine supérieure semble raviner la moraine inférieure, le contact n'étant marqué par aucune zone d'altération, mais il est très nettement visible et à peu près horizontal.

7) Au sommet, terre végétale.

Je pense que la moraine inférieure appartiendrait au stade I de la glaciation des Dombes et la lentille sablo-argileuse comprise entre les deux moraines pourrait s'être déposée peu après la phase de retrait de ce premier stade. Son altération serait donc interstadiaire entre I et II, le stade glaciaire II étant représenté par la moraine supérieure qui appartient à l'arc morainique passant par Cesseins, Sapeins, Agnereins avant d'aller rejoindre les buttes morainiques d'Ars-Mizérieux.

Une dernière coupe que j'examinerai sur le plateau des Dombes, dans les limites de la feuille au 50.000ème de Villefranche, est celle de la Chapelle du Châtelard, à l'angle N-E de la carte (feuille Villefranche n° 4, X = 315, Y = 448) où, immédiatement à l'E du village vers la cote 285 m, une carrière entame la formation morainique suivante (Pl. 13, fig. 13).

1) A la base, moraine inférieure à matrice sableuse fine, très altérée, ne contenant presque plus que des éléments siliceux.

2) Au dessus de la moraine inférieure, niveau sableux continu plus ou moins hétérogène et soliflué.

3) Moraine intermédiaire à faciès fluviatile, montrant une stratification horizontale assez visible, à matrice sableuse grossière et à éléments généralement bien roulés contenant de nombreux galets calcaires.

4) Nouvelle lentille sableuse étendue, plus ou moins solifluée.

5) Moraine supérieure à faciès fluviatile moins accentué que la moraine intermédiaire, contenant de gros blocs calcaires.

6) Altération superficielle de la moraine supérieure, rouge brunâtre formant de grandes poches, d'épaisseur moyenne 2 à 3 m.

7) Au sommet, sol actuel.

Ici, nous pourrions avoir le témoin de trois phases d'avancée du glacier des Dombes, les trois stades étant représentés par les trois moraines superposées séparées par deux niveaux alluviaux de nature sableuse à stratification entrecroisée, peu épais cependant, ce qui laisserait à penser que les phases de retrait du glacier étaient très brèves.

DONNES D'APRES SONDAGES

Dans cette commune de la Chapelle du Chatelard, un forage récent est descendu à 66,40 m de profondeur, jusqu'à la cote 200 m. Il est resté constamment dans des sables et cailloutis, pour la plupart d'origine glaciaire. Ce fait, assez visible, est pour le moment inexplicable.

On a relevé de haut en bas :

	Puissance
- Terre végétale et argile jaune, grise et blanche	1,60 m
- Argile gris-jaune et ocre avec graviers et galets	6 m
- Alternance de sables, graviers et argiles gris-jaune	2,20 m
- Argile grise avec graviers et galets noyés . .	9,20 m
- Marne gris clair et jaune compacte avec niveau tourbeux (0,15 m) au sommet	3,55 m
- Gros gravier sableux avec cailloux et galets massifs, compact dans sa partie inférieure . .	6,60 m
- Gros gravier jaune argileux, très dur	1,80 m
- Conglomérat gris jaune sableux avec graviers, cailloux et galets siliceux	17,60 m
- Gros graviers, cailloutis, sable fin, galets et blocs	4,90 m
- Conglomérat massif, sable grossier et blocs . .	12,70 m
- Gros gravier et galets légèrement argileux avec sable rougeâtre, sommet	0,20 m

Il semble que vers 66,20 m, les 20 cm entamant la formation graveleuse avec sable rougeâtre donnant une eau teintée fortement brun-rougeâtre soient le toit de la formation des cailloutis et sables ferrugineux des Dombes qui atteindraient en ce point à peine la cote 200 m.

Les formations supérieures sont certainement glaciaires et fluvio-glaciaires, avec peut être une formation interglaciaire ou interstadiaire marquée par la passée marneuse terminée par une tourbe entre les cotes 19,05 et 22,60 m. Toute une succession de niveaux glaciaires existerait donc en cet endroit des Dombes, atteignant une épaisseur considérable.

A part ce forage et les coupes peu nombreuses sur le plateau dombiste, que nous venons de passer en revue, les sondages et les puits peuvent donner quelques indications, mais ils sont également très rares et le relevé des formations traversées ne présente pas toujours un caractère de précision absolue, ce qui laisse encore une large part aux hypothèses.

Les six sondages que je vais énumérer sont figurés planche 5.

Villars les Dombes (Rapport L. David, 1960)

Une seule formation glaciaire a été traversée entre les cotes 277,2 m et 269,2 m. La moraine reposerait directement sur le Pliocène supérieur fluviatile ou cailloutis des Dombes, d'âge villafranchien inférieur, par l'intermédiaire d'un niveau à graviers argileux. Les cailloutis et sables ferrugineux des Dombes seraient ici, à la cote 267,8 m.

Bouligneux (Rapport L. David, 1960)

Ici aussi, une seule moraine, mais beaucoup moins épaisse remontrée à la cote 280 m et descendant jusqu'à la cote 275,5 m. Elle reposerait également directement sur les cailloutis des Dombes qui atteindraient le niveau 275,5 m.

Monthieux (Rapport M. Thorat, 1953)

En cet endroit, le sondage aurait traversé deux formations morainiques superposées, séparées par un niveau de gravier moyen

blanc avec sable argileux de 1,5 m d'épaisseur.

La moraine supérieure, d'une puissance de 3 m, se situe entre les cotes 281 m et 278 m.

La moraine inférieure, épaisse de 3,5 m, se situe entre les cotes 276,5 m et 273 m.

Sous la moraine inférieure existerait un niveau de tourbe noire très dure épais de 1 m qui reposerait sur les cailloutis villafranchiens dont la puissance n'excéderait pas 1,5 m.

Ambérieux en Dombes (Rapport Lajoux, architecte)

En ce point, situé exactement au sommet de la dorsale N-S partageant les Dombes, les trois stades glaciaires auraient laissé leurs traces sous la forme de trois moraines superposées.

La moraine supérieure est épaisse de 6 m, entre les cotes 290 m et 284 m. Elle est séparée de la moraine intermédiaire par un niveau d'argile jaune et bleue pure épais de 0,5 m surmontant des graviers et sables atteignant une puissance de 1,5 m.

La moraine intermédiaire, épaisse de 5 m, a été traversée entre les cotes 282 m et 277 m. Elle surmonte la moraine inférieure par l'intermédiaire d'un niveau d'argile bleue compacte d'une puissance de 0,20 m seulement.

La moraine inférieure, située entre les cotes 276,8 m et 272,3 m, épaisse de 4,5 m repose elle-même sur un niveau de tourbe épais de 0,10 m superposé à une argile bleue compacte. Il est à remarquer que le niveau tourbeux est ici à la même altitude qu'à Monthieux.

Ici, les cailloutis et sables ferrugineux du Villafranchien inférieur n'existeraient pas, et nous aurions immédiatement en dessous les marnes de Bresse du Pliocène inférieur lacustre.

Villeneuve (Rapport L. David, 1960)

A Villeneuve, on ne retrouve plus que deux moraines superposées, séparées par un niveau graveleux et caillouteux consolidé. La moraine supérieure a été trouvée entre les cotes 266 et 258,2 m atteignant une puissance de 8 m.

La moraine inférieure, moins épaisse puisque atteignant à peine 4 m de puissance, se situe entre les cotes 256,7 m et 253 m.

Le Pliocène supérieur ou Villafranchien inférieur, serait représenté par le poudingue et les galets et graviers, épais de 3 m environ, traversés à la base de la moraine. Plus bas, ce seraient les marnes et sables du Pliocène inférieur qui atteindraient la cote 250 m.

Messimy (Rapport L. David, 1960)

Enfin à Messimy, en bordure de la Saône, certains auteurs ont rapporté à la moraine une formation d'argiles, sables et graviers argileux épaisse d'une quinzaine de mètres ; mais cette interprétation a été combattue par d'autres. Il n'est pas certain que la moraine existe là, car ce point est situé à plusieurs kilomètres à l'W de la ligne d'avancée maximum du glacier du plateau des Dombes !

Ainsi, et bien qu'en certains endroits nous ayons trois moraines superposées, la couverture glaciaire de la Dombes ne semble jamais d'une grande épaisseur, excepté à la Chapelle du Châtelard où elle atteindrait 80 m, compte tenu de la butte morainique qui domine le village à l'E. Ces moraines doivent représenter les alluvions glaciaires de fond du glacier qui a subi plusieurs oscillations. On peut aussi remarquer que c'est justement aux endroits où il existe plusieurs moraines superposées que l'altitude générale est la plus forte.

RESUME ET CONCLUSIONS

Ayant ainsi essayé d'établir que le glacier des Dombes a connu plusieurs phases d'avancée et de retrait successives au cours d'une même glaciation générale, il reste à établir l'âge de la glaciation elle-même. Il est admis sur la carte géologique de Bourg au 80.000°, 2ème édition, que cette glaciation est rissienne et c'est encore l'opinion actuelle puisque la nouvelle carte de Lyon au 50.000° la date de la même époque. Cependant, il ne semble pas que cette datation soit assurée puisque les auteurs de la carte de Lyon indiquent que ces moraines des Dombes sont rapportées au Riss par tradition. Ce sont en effet MM. Delafond et Depéret qui ont essayé pour la première fois d'établir l'âge exact du glacier de ce plateau. Ces auteurs, et la feuille géologique de Bourg 2ème édition, attribuent à la glaciation rissienne l'arc morainique externe et les moraines du plateau dombiste. Ch. Depéret signale que lors de l'avancée des glaciers à Vancia-les-Echets, les torrents issus de ceux-ci ont dû remblayer la vallée de la Saône et celle du Rhône jusqu'à une altitude d'au moins 250 m. La Saône a dû former dans la Bresse un vaste lac barré aux environs de Neuville-Rochetaillée par le front glaciaire rissien, mais lac de courte durée puisqu'aucun dépôt lacustre ne peut lui être rapporté. F. Bourdier (1958), rapporte à ce lac la formation des argiles trouvées lors du creusement des fondations de la nouvelle mairie de Villefranche sur Saône, ainsi que les argiles à galets striés de Messimy.

Dans son étude sur la région de Sathonay (1933), le Chanoine J.B. Martin distingue plusieurs glaciations dans les Dombes et les date ainsi :

I Moraines de la Veyle

II Moraines de Messimy, Ars, Châtillon les Dombes, Seillon

Ces deux moraines sont rapportées par l'auteur à une glaciation ancienne différente du Gunz.

III Moraines de Sathonay-village, Montanay, Mionnay, appartenant au Mindel.

IV Moraines de Caluire, Sathonay-camp, Rillieux, Neyron, appartenant au Riss.

V Moraines de Lagnieu, Chazey, Charnoz, St Jean de Niost, qu'il rapporte au Wurm.

Il note que les moraines de la ligne III, rapportées au Mindel, sont beaucoup plus altérées que celles du plateau de Caluire-Sathonay-camp.

F. Bourdier, quant à lui, affirme que l'altération des dépôts morainiques des Dombes va en croissant du S-W vers le N-E, c'est à dire des environs de Lyon à ceux de Bourg. C'est ainsi qu'il date du Mindel les moraines des environs de Bourg qui seraient beaucoup plus profondément altérées que celles de la région de Lyon. Il indique que vers le N, l'extension glaciaire maxima semble marquée par un alignement de collines morainiques entre Bourg, Chanoz et Sullignat. Vers l'W, le long de la vallée de la Saône, il note qu'il n'existe pas de bourrelets bien caractérisés marquant ce maximum et qu'il est possible que les glaciers soient venus flotter par endroits sur l'emplacement même de la vallée transformée en lac par le barrage de moraines et de glaces butant contre le Massif Central dans la région lyonnaise. A l'appui de cette hypothèse, il mentionne la découverte d'une argile à galets striés lors du creusement d'un puits dans le fond même de la vallée de la Saône, à Messimy (Cf. page précédente n° 118).

Quant aux moraines des Dombes de la feuille de Villefranche il les rapporte à plusieurs phases du Riss et distingue deux régions différentes d'après la couverture limoneuse de ces moraines.

- I La région d'Ars-Mionnay où on ne connaît qu'un seul limon ancien.
- II La région de St Trivier-Villars où on connaît deux limons anciens. Sous le loess ancien calcaire, il en existerait un second de teinte plus foncée, recouvrant lui-même parfois un sable d'altération roux reposant sur des dépôts morainiques.

Les moraines de ces deux régions appartiendraient donc à deux phases glaciaires distinctes séparées par une longue période durant laquelle les sables roux et les limons jaune foncé auraient eu le temps de se déposer d'abord, ensuite de subir l'altération superficielle.

En résumé, tandis que la région d'Ars-Mionnay, par son loess ancien calcaire, montre des analogies avec les moraines superficielles externes lyonnaises et la terrasse du séminaire de Valence attribuée au Riss III, la région de St Trivier-Villars est tout à fait comparable, par ses limons, aux terrasses rissiennes de la Bièvre Valloise attribuées au Riss I. Le Riss II demeurant dans la Dombes comme dans le Bas-Dauphiné, un stade hypothétique connu seulement par le dépôt d'un limon jaune foncé probablement périglaciaire, présentant souvent à sa base des cailloutis de solifluxion, mais non des formations glaciaires.

Très récemment (1960) M. Gigout date de l'époque mindélienne le plateau des Dombes et les fragments de plateau de Fourvières, Sainte Foy, Côte Lorette, Millery et le télégraphe de Communay. Il admet donc que le glaciaire mindélien est celui qui s'est avancé le plus loin vers l'W, formant le vallum des moraines externes, très disséqué aujourd'hui. Il admet que c'est entre Mindel et Riss que la côtière des Dombes a été façonnée, peut-être en partie exhumée. A l'appui de sa thèse, il cite un paléosol du Mindel-Riss, du type ferretto, à Fontaines sur Saône.

Au cours d'une excursion sur le terrain, il avait également assimilé à un ferretto l'affleurement des Gajères, à l'E de Jassans, entamant la terrasse fluvio-glaciaire de Champ issue des moraines d'Ars-Mizérieux qui du même coup seraient à ranger dans l'étage mindélien.

Nous avons vu que dans la région de Villefranche, on peut distinguer trois phases glaciaires d'une même grande glaciation mindélienne ou rissienne, bien séparées, chacune avec son cortège d'alluvions de progression formant des cônes fluvio-glaciaires étagés à différentes altitudes. Si on connaît bien les dépôts correspondant aux divers stades d'avancée de ce glacier, par contre on ne peut rapporter avec certitude aucun dépôt caractéristique des périodes interstadias, si ce n'est quelques bancs sableux peu épais que l'on retrouve en particulier à la Chapelle du Châtelard et dans les sondages d'Ambérieux en Dombes. Cela tient sans doute au fait que les périodes de recul du glacier furent de courte durée, les eaux de fusion creusant alors des chenaux dans les alluvions précédemment déposées, sans qu'il y ait eu de périodes d'accalmie pendant lesquelles des sédiments fluviatiles ou lacustres, palustres, etc... aient pu se déposer. Une nouvelle avancée du glacier succédant rapidement à la phase de fonte, il y a alors de nouveau un apport de matériaux fluvio-glaciaires et de moraines qui recouvrent directement l'apport précédent.

On sait qu'actuellement on n'attribue plus d'altitude bien définie à de tels cônes fluvio-glaciaires échappés de la moraine, et que l'on a retrouvé des alluvions grises à différentes hauteurs.

Le cône fluvio-glaciaire de Parcieux-Genay, correspondant en amont aux moraines de Civrieux, présente de grandes analogies avec les alluvions grises de la région lyonnaise. On attribue

au Riss ces alluvions grises et comme il est généralement convenu que la glaciation rissienne est celle qui s'est avancée le plus loin des Alpes, on peut donc attribuer à trois phases du Rissien les trois moraines accompagnées de leurs alluvions de progression

Riss I :

Moraine de Pouilleux, formant un vallum bien délimité et caractéristique, prolongée par le cône fluvio-glaciaire de Roizet d'altitude 272 m.

Inter Riss I-II :

Altération profonde de ces dépôts ne laissant subsister que les cailloutis siliceux.

Riss II :

Moraines de Mizérieux-Ars prolongées par le cône fluvio-glaciaire de Bessay et du Champ, divisé par le ravin de Frans.

Inter Riss II-III :

Altération des dépôts fluvio-glaciaires sur une épaisseur moyenne de 2 m, de couleur rouge brun et formant des poches.

Riss III :

Moraines de Civrieux prolongées par le cône fluvio-glaciaire de Parcieux qu'on assimile aux alluvions grises lyonnaises, peu altérées en surface car elles ont été déposées à une date plus récente que les précédentes.

C'est en bordure de la Saône, sur la côtière W du plateau dombiste que ces trois stades glaciaires sont visibles dans la morphologie, par les niveaux de cailloutis fluvio-glaciaires issus du front morainique.

En surface du plateau, où tous les stades successifs ont été masqués par l'avancée suivante du glacier, les sondages ont montré l'existence de plusieurs moraines superposées, deux le plus souvent, trois à Ambérieux en Dombes, peut être plus encore à la Chapelle du Châtelard où la puissance de la sédimentation glaciaire est impressionnante.

Ceci n'exclut pas que, selon l'hypothèse de F. Bourdier, plus au N dans la région de Bourg existent des moraines plus anciennes d'âge mindélien.

Toutes les formations glaciaires et fluvio-glaciaires sont recouvertes par une pellicule de loess ou limon loessique, à peu près continue, pouvant atteindre plusieurs mètres de puissance surtout sur les pentes où il a pu s'accumuler plus facilement, et caractérisé au point de vue malacologique par sa pauvreté en espèces bien que sa richesse en individus puisse être assez grande. Sur le plateau, il est décalcifié et semble, en certains endroits, révéler deux niveaux superposés non identifiables malacologiquement.

Sur la bordure W, il est encore calcaire donc fossilifère et peut présenter aussi plusieurs niveaux, comme à Ars.

De toute façon, on doit considérer que le limon supérieur qui recouvre toutes les formations, présente tous les caractères du loess wurmien de la région lyonnaise et doit lui être rattaché en continuité.

CHAPITRE II

LES TERRASSES DE LA SAONE ET LES LOESS

Après le retrait définitif des glaciers du plateau dombiste, leurs eaux de fusion ont contribué, sans doute pour une grande part, au dégagement de l'actuelle basse vallée de la Saône, et ce jusqu'au dessous du thalweg actuel. Un chenal ayant été ainsi délimité, il y eut ensuite plusieurs phases successives de remblaiement et de creusement qui ont abouti à la configuration actuelle. Du dispositif des terrasses étagées à différentes altitudes, correspondant chacune à une phase d'active sédimentation, il ne subsiste que quelques lambeaux d'extension inégale respectés par l'érosion au cours des phases de creusement qui ont suivi leur dépôt. Le matériel de ces terrasses est constitué essentiellement par des cailloutis et des sables remaniés des formations plus anciennes. Sur la rive gauche, ce sont essentiellement les cailloutis et sables ferrugineux des Dombes qui ont été remaniés par la rivière. Sur la rive droite, les alluvions se sont constitués surtout à partir de sables et arènes granitiques locaux empruntés aux massifs cristallins du Beaujolais.

A l'W de Villefranche, sur la rive droite de la Saône, existe un cône de déjection local de haut niveau, dépassant l'altitude de 250 m, qui domine l'étiage de plus de 80 m. Mal connu en raison de l'absence de coupes naturelles ou artificielles, il a été attribué par certains auteurs au Villafranchien, surtout en raison de sa position topographique.

Les formations alluviales, d'âge quaternaire, sont étagées en terrasses à divers niveaux. Nous avons pu distinguer cinq niveaux principaux, séparés par des dénivellations de plus en plus réduites en allant des plus anciens vers les plus récents :

Niveau de 225 - 230 m

" de 200 m

" de 185 m

" de 175 m

" de 170 m

ETUDE D'ETUDE DES TERRASSES

Dans la région de Villefranche qui nous intéresse ici, la vallée de la Saône n'a pas un développement latéral très important favorable à la formation et à la conservation de vastes terrasses. Le fait que la rivière coule entre les collines du Beaujolais sur sa rive droite et le plateau des Dombes sur sa rive gauche entraîne une dissymétrie morphologique évidente entre les deux versants, ainsi qu'une grande différence dans la nature des matériaux constitutifs des diverses nappes alluviales. Ainsi, sur la rive droite, il existe une terrasse principale de grande extension, tandis que sur la rive gauche on ne trouve que des lambeaux discontinus appartenant à plusieurs niveaux différents. La nappe alluviale de la rive droite, proche des hauteurs cristallines, a un profil transversal concave. Elle est constituée par des sables feldspathiques roses, analogues à l'arène granitique qui surmonte le substratum rocheux des reliefs voisins. Les matériaux proviennent directement de cette arène par des apports latéraux très abondants. Sur la rive gauche, par contre, on rencontre très peu de ces sables granitiques, mais beaucoup de cailloutis à galets de quartzite et de calcaire principalement. Ces cailloutis sont remaniés des formations alluviales, morainiques et fluvio-glaciaires d'origine alpine qui recouvrent les Dombes.

Mon travail ayant porté sur un court tronçon longitudinal de la basse vallée de la Saône, je ne pourrai pas envisager une étude générale des terrasses selon la méthode excellente de J. Tricart (1947). Je ferai essentiellement une étude comparative des diverses nappes alluviales dans le secteur considéré qui permettra, même ainsi limitée géographiquement, d'établir une chronologie relative.

Dans le cours de ce chapitre, on observera fréquemment que l'altitude de certains lambeaux alluviaux ne coïncide pas avec l'altitude des terrasses auxquels ils sont rapportés. On remarquera, d'une façon générale, que l'altitude absolue de ces lambeaux est toujours supérieure à l'altitude de la terrasse correspondante. Cela tient au fait que, dans la région considérée, aucune terrasse n'est vraiment horizontale sur une même transversale, sans doute par suite de la largeur limitée de la vallée de la Saône dans la région de Villefranche où les apports latéraux sont dominants.

La terrasse la plus développée est sans conteste celle dite de Villefranche, sur la rive droite de la Saône, qui supporte cette agglomération, et se retrouve à l'amont vers Saint Georges de Reneins. Elle a une longueur N-S de plus de 13 km sur quelque 5 km de large E-W. Ce niveau possède une faible pente W-E près de la rivière, pente qui s'accentue vers l'W au pied des contre-forts du Beaujolais. Comment, dès lors, fixer l'altitude absolue de ce remblaiement ? Je ne prendrai certainement pas la cote maxima, laquelle peut varier selon le développement transversal d'une part et la nature des versants qui fournissent les alluvions d'autre part. Je ne prendrai pas non plus la cote moyenne entre les deux altitudes extrêmes, car cette cote moyenne dépend aussi de la largeur de la terrasse. Prendre la cote minimale, celle qui est la plus proche du talus dominant la terrasse inférieure ou la rivière serait un meilleur critère, mais elle est aussi relativement erronée car elle dépend de l'éloignement du rebord de la plaine alluviale par rapport au cours d'eau. L'idéal

serait de restituer le profil transversal de la terrasse en le prolongeant virtuellement au-dessus de la rivière, et en le raccordant à la terrasse correspondante de l'autre rive. Le point le plus bas de ce profil reconstitué matérialise l'altitude réelle du remblaiement alluvial au moment où il était achevé, et avant toute érosion. Malheureusement, reconstituer le profil transversal des terrasses d'une vallée n'est pas toujours possible, en particulier dans le cas où la terrasse a été entièrement déblayée sur une rive, et par conséquent ne subsiste que d'un seul côté de la rivière actuelle. La difficulté s'accroît encore lorsque les terrasses sont réduites à des lambeaux discontinus de faible étendue, éloignés du cours d'eau. Dans ce cas, on ne pourra déterminer leur altitude que relativement à d'autres terrasses plus étendues et mieux caractérisées, dont on connaîtra l'altitude absolue et qui serviront de repère. De toute façon, il faut avoir soin de se tenir en un point où l'érosion aura été sinon nulle, du moins la plus faible possible, c'est à dire à égale distance de deux affluents qui découpent les terrasses dans le sens transversal et les limitent longitudinalement. Néanmoins, il y aura toujours une part d'approximation, mais en procédant chaque fois de la même manière et dans les conditions indiquées, l'erreur se produira toujours dans le même sens et sera de ce fait relativement sans importance. Comme dans la présente étude c'est essentiellement une chronologie relative que je me propose d'établir, l'évaluation exacte des altitudes absolues sera d'un intérêt mineur.

NIVEAU DE 225 - 230 m (ou terrasse de 55 - 60 m au-dessus de l'étiage).

Ce niveau, le plus élevé de la feuille de Villefranche au 50.000°, est représenté par des lambeaux de terrasses qui sont :

- sur la rive droite de la Saône, les terrasses des Rues, au NW de Villefranche, et de Lucenay sud, entre Saône et Azergues, à l'extrémité SW de la carte.

- sur la rive gauche, la terrasse de Beauregard le Marronnier prolongée en direction de Chaleins, de Frans, de Sainte Euphémie et de Mizérieux.

Cette dernière terrasse qui forme deux lobes séparés par le ravin de Frans et qui ceinture en contrebas le cône fluvio-glaciaire issu des moraines d'Ars, a son développement principal aux environs de Sainte Euphémie. Tout comme le cône de transition, elle est recouverte par le même loess, mais la distinction morphologique est très nette, car elle est séparée de ce cône par un talus de 15 m de dénivellation. Au N et au NE, cette terrasse est beaucoup moins distincte, car elle s'adosse au plateau d'Ourox, rapporté au Pliocène supérieur bressan.

Une coupe dans la terrasse est visible à Beauregard, au lieu dit "la Garenne", à la cote 232 m (Pl. 14, fig. 15). Il s'agit d'une carrière creusée dans une formation caillouteuse constituée par des lits et des lentilles de galets et de graviers à stratification inclinée et entrecroisée. Les lits alternant de galets et de graviers sont à éléments sensiblement homométriques, de nature essentiellement quartzeuse, bien roulés et emballés dans une matrice abondante de sable clair. C'est une formation manifestement fluviatile, très peu altérée en surface et dont les éléments ont du être repris des cailloutis du Pliocène supérieur ou de ceux du cône fluvio-glaciaire qui domine la terrasse.

Sur le côté N de la carrière, on voit les cailloutis recouverts de loess fossilifère, épais d'environ 1 m, caillouteux, lui-même recouvert d'un lehm rubéfié très bien distinct du loess sous-jacent et d'épaisseur sensiblement égale.

Un échantillon de 5 kg de limon a été prélevé pour l'analyse malacologique. C'est un loess assez typique, à poupées et rhizocolles, mais contenant beaucoup de corps étrangers, cailloutis et sables grossiers.

La faune malacologique est assez pauvre en individus, environ 25 par kg de sédiment. Toutefois, la variété des espèces est assez grande.

Liste malacologique

Arion sp	c	
Limacelle	rr	
<u>Fruticicola hispida</u> (L.)		6,5 %
<u>Cochlicopa lubrica</u> (Müll.)		1,5 %
<u>Vallonia costata</u> (Müll.)		1,5 %
<u>Pupilla muscorum</u> (Müll.)		41 %
<u>Succinea oblonga</u> (Drap.)		48 %
<u>Helicella</u> (candidula)		
	<u>geyeri</u> (Söös)	1,5%

Cette faune est bien celle du loess wurmien lyonnais appauvrie, mais plus riche en espèces que les faunes des loess de Mizérieux et de Parcieux, et aussi du loess supérieur d'Ars. La différence notable est la présence ici d'une hélicelle qui dénote un dépôt sous des conditions moins sévères que celles qui ont présidé à la sédimentation du loess typiquement wurmien de Sathonay. Vraisemblablement, ce loess est à assimiler au loess de la région et en particulier au loess supérieur d'Ars à faune appauvrie.

A Sainte Euphémie, le matériel constitutif de la terrasse est emprunté aux cailloutis et sables ferrugineux des Dombes qui affleurent surtout sur l'autre versant de la vallée du Formans. Les cailloutis ont été remaniés presque sur place, et conservent leur faciès ferrugineux.

Ainsi, le niveau de 225-230 m, d'extension très faible, est néanmoins bien individualisé dans la morphologie, principalement à Beauregard le Marronnier et à Frans où il constitue une plate-forme qui domine le village d'une hauteur de 25 m, ainsi qu'à l'W de Sainte Euphémie sur la rive droite du Formans.

Sur la rive droite de la Saône, les terrasses des Rues et de Lucenay sud sont des lambeaux de très petites dimensions, formés essentiellement par des alluvions locales, c'est à dire des sables granitiques et graviers provenant de la décomposition des roches cristallines du Beaujolais.

Le loess qui recouvre cette terrasse, seulement sur la rive gauche de la Saône, est le même que celui qui tapisse toute la région du rebord occidental de la Dombes. Sa présence atteste que la terrasse de 55-60 m est bien ante-wurmienne.

NIVEAU DE 200 m (ou terrasse de 30 m au-dessus de l'étiage)

Le niveau de 200 m est développé principalement dans la moitié N de la carte.

Sur la rive gauche de la Saône, on peut y rapporter les terrasses d'Amareins au N, de Lurcy, les Trêves, le Guillermine, Chavaleins. Il vient s'arrêter en bordure de la Saône, en contrebas de la terrasse de Beauregard le Marronnier. On le rencontre encore dans le ravin de Frans où une carrière actuellement en exploitation l'entame sur toute sa hauteur. Il se termine peu au S de Jassans-Riottier.

Sur la rive droite, ce niveau est représenté par les terrasses de Chêne, Marsangue, les Tâches, la Grange Perret, les Roches et Lucenay la Poyat.

En bordure du plateau dombiste, sur la rive gauche de la Saône, la seule coupe actuellement visible est celle de Frans où, sur une hauteur de 8 à 10 m, on peut relever la succession suivante (Pl. 14, fig. 16):

A la base : puissante formation caillouteuse d'apparence homogène, qui constitue la masse même du remplissage alluvial. Ce sont des cailloutis à stratification horizontale bien nette, formant des lentilles très allongées et aplaties, à éléments très

bien roulés. La taille des galets est petite, quelques cm seulement, leur homométrie presque parfaite indique un triage très poussé. L'allure générale est incontestablement fluviatile. De nature essentiellement siliceuse, les cailloutis contiennent aussi quelques éléments cristallins peu altérés et de rares éléments calcaires. Ils sont emballés dans une matrice sableuse très abondante, généralement de teinte gris clair, mais de couleur jaune par endroits. Parfois, ce sable peut constituer lui-même des lentilles peu épaisses exemptes de galets. A la partie supérieure de la formation existe une altération assez importante, de couleur rougeâtre, épaisse en moyenne de 1 m.

Au sommet, un limon complexe recouvre le soubassement caillouteux. De bas en haut on relève :

- Un limon calcaire jaune clair.
- Un limon rubéfié décalcifié.
- Un nouveau limon jaune clair, inaccessible.
- Terre végétale superficielle.

Il se pourrait que nous ayons ici deux loess wurmiens séparés par un lehm. Pour en obtenir la confirmation, il faut attendre que l'exploitation rende accessible le limon supérieur, ce qui permettra de le soumettre aux analyses habituelles.

J'ai fait un prélèvement de la matrice sableuse de cette alluvion fluviatile dans une autre carrière située immédiatement au N de la première. En cet endroit, le matériel est plus fin que dans la carrière précédente.

Analyse granulométrique (Pl. 3, fig. 15)

La courbe de fréquence présente trois maxima dont deux intéressent les éléments moyens et sont d'ampleur sensiblement égale. Le troisième, bien séparé des deux autres, représente les éléments fins. Il est à remarquer que les éléments grossiers sont presque totalement absents. Ces sables ont dû

subir un assez long transport dans une eau pas trop rapide avant d'être déposés dans un endroit calme si l'on s'en réfère à la proportion des éléments fins qui est assez importante. Il faudra donc exclure, pour cette terrasse, une formation à partir de matériaux locaux provenant des versants par des apports latéraux. L'origine des sédiments sera à rechercher beaucoup plus loin, en amont, l'édification de la nappe alluviale étant vraisemblablement le fait d'apports longitudinaux.

Tableau des indices

Indices Unités	Med	Q ₁	Q ₃	Moy	E
Alpha	7,5	5,7	10,2	7,95	2,25
mm	0,18	0,27	0,096	0,17	0,6

Analyse minéralogique

Teneur en calcaire : Un fait remarquable est l'absence totale de calcaire dans ce sédiment. Cela pourrait venir du fait que le matériel a été repris de dépôts caillouteux et sableux plus anciens et totalement altérés, comme les cailloutis et sables ferrugineux des Dombes.

Minéraux lourds

Teneur pondérale

classe I	0,0067 g	soit	0,1 %
" II	0,1328 g	"	0,45 %
" III	0,3829 g	"	1,25 %
Total	0,5224 g	"	0,26 %

La teneur globale en minéraux lourds est faible, de même que les teneurs partielles des trois classes, sauf

la fraction fine qui en contient une proportion notable.

Liste minéralogique

Epidote	82 %	} 91 %
Grenat	3 %	
Amphiboles	6 %	
Tourmaline	3 %	
Zircon	2 %	
Augite	1 %	
Glaucophane	1 %	
Chloritoïde	1 %	
Andalousite	1 %	

Le pourcentage d'épidote est considérable puisque ce minéral forme à lui seul la presque totalité du contingent des minéraux lourds. On peut remarquer le faible pourcentage des grenats, les amphiboles figurant dans une proportion à peu près normale. Le pourcentage cumulé des trois minéraux cités est bien caractéristique d'un sédiment d'origine alpine, il dépasse 90 %. Pour confirmer cette provenance alpine, on notera la présence des deux minéraux caractéristiques du cortège alpin, le glaucophane et le chloritoïde qui figurent chacun pour 1 %. Toutefois, l'influence du Massif Central proche se fait sentir ici par une faible proportion d'andalousite, amenée sans doute par quelques affluents de la rive droite de la Saône.

Ainsi, ce niveau de 200 m de la rive gauche, adossé au plateau dombiste, est formé d'un matériel dont la composition minéralogique, l'altération, et la nature des galets ont de grandes analogies avec les cailloutis et sables ferrugineux des Dombes. Mais les éléments roulés, principalement les galets, bien que de nature essentiellement siliceuse, n'ont pas l'apparence ni la taille des quartzites patinés des cailloutis ferrugineux. Si l'on admet, et cela est presque certain, qu'ils en découlent directement, leur provenance ne peut être locale. Ils ont subi une longue période d'usure, conséquence d'un long transport, qui a réduit leur taille

en même temps qu'ils subissaient un tri poussé. Les rares galets calcaires et cristallins attestent cependant qu'il y eut quelques apports locaux, sans doute en provenance des formations morainiques et fluvio-glaciaires, qui ne s'étendent pas loin vers l'amont. Les cailloutis et sables ferrugineux des Dombes qui affleurent au N de Villefranche jusqu'à Pont de Vaux, sur la rive gauche, ont fourni aux eaux de la Saône l'essentiel du matériel constitutif de la terrasse de Frans.

Sur la rive droite, le niveau de 200 m est bien individualisé dans la morphologie, mais les coupes sont très rares. Toutefois, il en existe une qui entame la terrasse qui supporte le petit village de Marsangue, un peu au N du château de Longsard. Il s'agit d'une formation sableuse où l'on peut distinguer de bas en haut (Pl. 17, fig. 19) :

- un banc de sable grossier à stratification inclinée
- un niveau de sable fin blanc bien stratifié horizontalement, supportant un niveau formé de lentilles sableuses fines de couleur blanche et rouge
- sur cette formation repose un ensemble constitué par des sables grossiers alternant avec des cailloutis rubéfiés, le tout à laminations inclinées
- puis de nouveau un banc de sable fin à stratification confuse
- un banc de sable grossier non stratifié
- au sommet, terre végétale.

Cet ensemble traduit une sédimentation uniquement fluviale où l'on peut reconnaître trois états différents de la rivière. Il existe deux périodes assez calmes, la dernière surtout, qui encadrent une période de sédimentation plus active caractérisée par le dépôt de sables grossiers et de cailloutis à stratification entrecroisée. Aucun limon ne recouvre la terrasse en cet endroit, non plus d'ailleurs que les autres terrasses du même niveau de la rive droite.

L'allure générale de la coupe ainsi précisée, on remarque que la nature du sable est surtout feldspathique, constitué principalement d'orthose, ce qui lui donne sa couleur rose. Les grains sont peu ou pas émoussés. L'ensemble évoque les arènes qui surmontent les granites du revers E du Beaujolais, et qui affleurent à peu de distance à l'W. Manifestement, ces sables dérivent des arènes granitiques beaujolaises, remaniées sur de courtes distances. Leur origine est donc principalement locale. Ce fait va être confirmé par les analyses suivantes, effectuées dans un prélèvement de sable du niveau 3.

Analyse granulométrique (Pl. 3, fig. 16)

La courbe de fréquence montre d'abord une absence presque totale d'éléments grossiers. Parmi les éléments de plus grande taille, nous trouvons deux maxima pour les éléments moyens et deux maxima pour les éléments fins, différents pour chaque classe de sédiment. Les maxima des éléments moyens, peu importants, sont étalés ce qui signifie que la plus grande partie du sable est formé par ceux-ci. Les maxima des éléments fins sont plus élevés, mais beaucoup plus étroits, traduisant un meilleur classement, en même temps que leur importance pondérale est secondaire.

Tableau des indices

Indices Unités	Med	Q ₁	Q ₃	Moy	E
Alpha	7,1	9	5,2	7,1	1,9
mm	0,2	0,13	0,3	0,2	0,65

Analyse minéralogique

Teneur en calcaire : La teneur en calcaire de ce sable est nulle comme sur toute la hauteur de la coupe, ce qui

confirme bien l'opinion d'une provenance locale à partir des arènes granitiques du rebord E du Beaujolais. Nous y trouvons 5,6 % de limons et argiles.

Minéraux lourds

Teneur pondérale

classe I	0,0018 g	soit	0,03 %
" II	0,0614 g	"	0,27 %
" III	0,2272 g	"	0,63 %
Total	0,2904 g	"	0,45 %

Les teneurs partielles et globale en minéraux lourds sont particulièrement faibles, ce qui est normal pour un sédiment qui n'a pas subi une longue altération et un long transport. Ces teneurs doivent être assez proche des teneurs originelles de l'arène granitique dont ces sables dérivent.

Liste minéralogique

Epidote	84 %
Grenat	1 %
Amphibole	2 %
Tourmaline	1 %
Zircon	5 %
Rutile	3 %
Chloritoïde	1 %
Staurotide	1 %
Sillimanite	1,5 %
Sphène	-

Le minéral principal de cette liste est l'épidote qui représente la presque totalité du stock minéralogique lourd. Tous les autres minéraux sont accessoires. Parmi eux, le zircon est le plus important. On peut remarquer la très faible teneur en grenat

et en amphibole. Un minéral alpin caractéristique, le chloritoïde, figure dans cette liste pour 1 %. C'est un minéral étranger qui témoigne d'apports autres que locaux, mais faibles sans doute. Les minéraux de métamorphisme caractéristiques du Massif Central, staurotide, sillimanite et sphène sont présents, mais en faibles quantités.

Ces terrasses locales de 200 m sont caractérisées, au point de vue minéralogique, uniquement par la prépondérance de ce minéral lourd, l'épidote, et par la rareté des autres minéraux, excepté le zircon.

A peu de distance au N de Limas, au lieu dit "les Roches", le niveau de 200 m est représenté par une terrasse de faible étendue bien caractérisée. Cette terrasse n'est pas une formation d'accumulation, mais au contraire un replat d'érosion taillé au flanc de la colline calcaire de Pommiers. Toutefois, sa surface est recouverte d'une pellicule d'argile. C'est la seule terrasse d'érosion qui existe sur la feuille de Villefranche au 50.000°.

NIVEAU DE 185 m (ou terrasse de 15 m au-dessus de l'étiage)

Moins important que le niveau précédent, le niveau de 185 m, soit approximativement 15 m au-dessus de la Saône, s'étend principalement sur la rive gauche de la rivière. Du N au S, il est représenté par les terrasses de Messimy, Bicheron, Fareins, Saint Bernard et Saint Didier de Formans.

Sur la rive droite, un seul replat peut lui être attribué, celui de Lucenay sur la rive gauche de l'Azergues.

Au N de Villefranche, les terrasses qui supportent les villages de Messimy, Bicheron et Fareins, sont de très faible amplitude. Elles sont immédiatement limitées à l'E par les terrasses de Lurcy et de Chavaleins. Leur surface est recouverte par une colluvion à matrice loessique qui s'est étendu par solifluxion à partir du loess qui recouvre les terrasses de Chaleins et Lurcy-Chavaleins.

ainsi que tout le plateau des Dombes. De ce fait, l'individualisation de ces niveaux est assez peu prononcée.

Au S de Villefranche, la terrasse de Saint Bernard s'étend en direction NE-SW, parallèlement à la Saône et au ruisseau du Formans dont la vallée lui sert de limite du côté oriental. Cette terrasse est très bien individualisée, très plate, avec une légère pente selon sa longueur, inférieure à 0,6 %. Son substratum est formé essentiellement de cailloutis de petite taille, peu hétérométriques, de nature généralement quartzeuse, emballés dans une matrice de sable et d'argile. Il n'est visible que dans le talus d'une route construite en déblais, et la coupe ainsi découverte est assez mauvaise. Néanmoins, j'ai fait un prélèvement de la matrice de ces cailloutis pour le soumettre à l'analyse granulométrique et minéralogique que je vais rapporter maintenant.

Analyse granulométrique (Pl. 3, fig. 17)

La courbe de fréquence montre une concentration du matériel sableux dans la classe moyenne du sédiment. De ce fait, les éléments grossiers sont très peu représentés, et les éléments fins pas du tout. Il est vraisemblable que les conditions de dépôt ont été telles que le courant, assez fort, a emporté toutes les particules inférieures à un certain diamètre, en l'occurrence 0,125 mm. Parmi les éléments moyens qui forment la presque totalité du sable de la matrice, on remarque plusieurs maxima d'égale amplitude, mais aucun maximum accusé. Cela révèle un matériel dont le transport a été court, pendant lequel un tri des éléments emportés n'a pas eu le temps de s'effectuer. Il conviendra de chercher l'origine du matériel dans des sédiments situés à une faible distance en amont de la terrasse de Saint Bernard.

Tableau des indices

Indices Unités	Med	Q ₁	Q ₃	Moy	E
Alpha	4,6	6,1	3	4,55	1,55
mm	0,35	0,25	0,5	0,28	0,7

Analyse minéralogique

Teneur en calcaire : La teneur en calcaire est nulle. Par conséquent, ces cailloutis sont probablement issus d'un matériel initialement pauvre en calcaire. Corrélativement, la teneur en argile est de 10 % ce qui correspond à un sédiment altéré non lessivé.

Minéraux lourds

Teneur pondérale

classe I	0,0198 g	soit	0,11 %
" II	0,2092 g	"	0,47 %
" III	0,2413 g	"	3,01 %
Total	0,4703 g	"	0,66 %

Les teneurs partielles font apparaître une grande pauvreté en minéraux lourds parmi les fractions grossière et moyenne. Par contre, la teneur globale est normale.

Liste minéralogique

Epidote	66,5 %	} 90,5 %
Grenat	21 %	
Amphibole	3 %	
Tourmaline	-	

Zircon	1 %
Glaucophane	-
Chloritoïde	1 %
Rutile	3,5 %
Staurotide	2,5 %

Les minéraux lourds de la terrasse de Saint Bernard font ressortir la prédominance de l'association des minéraux alpins épidote, grenat et amphibole. Les minéraux alpins caractéristiques, glaucophane et chloritoïde, sont présents en faible quantité. Un minéral du Massif Central figure dans la liste, le staurotide. Ainsi, il est indubitable que la plus grande partie des alluvions de la terrasse de Saint Bernard est d'origine alpine. Ils ont été repris à partir des cailloutis et sables ferrugineux des Dombes, qui affleurent à une faible distance au N. A cet apport est venu s'ajouter une faible venue de la rive droite, comme le prouve la présence du staurotide.

Sur la rive gauche du Formans, la terrasse de Saint Didier de Formans est un replat de faible amplitude appartenant au niveau de Saint Bernard.

Dans la vallée de l'Azergues, sur la rive droite de la Saône, ce même niveau est représenté par la terrasse de Lucenay, peu individualisée, formée à partir d'éléments granitiques et cristallins amenés du Beaujolais voisin.

NIVEAU DE 175 m (ou terrasse de 15 m au-dessus de l'étiage)

Le niveau de 175 m comprend les terrasses les plus importantes de la région de Villefranche, aussi bien par l'étendue des surfaces occupées que par leur intérêt paléontologique et préhistorique. Il est désigné dans la littérature sous le nom de "Terrasse de Villefranche".

Sur la rive droite de la Saône, cette nappe alluviale est disséquée en plusieurs lambeaux par des cours d'eau qui descendent

du Beaujolais. Du N au S, ce sont : les terrasses de Saint Georges de Reneins, Arnas, la Croix Fleurie, Villefranche proprement dit, Saint Romain les Anse et la Chapelle. Leur masse est constituée essentiellement par des matériaux d'origine locale.

Sur la rive gauche, ne subsistent que des replats discontinus et d'étendue beaucoup plus faible aux lieux dits le Guillard, le Poulet et le Bois de Lys.

A Villefranche, la terrasse de 175 m est recouverte par un limon loessique complexe, de même qu'à la Chapelle, entre Saône et Azergues. Actuellement, ce limon n'est observable que superficiellement étant donné l'absence de coupes naturelles ou artificielles. La dégradation de la sablière du Garet, qui a fourni jadis les documents osseux et l'industrie humaine étudiés par de nombreux auteurs, ne m'a pas permis d'y effectuer des observations personnelles.

ARGILES FEUILLETÉES DE LA VAUXONNE

F. Bourdier signale que, dans les fondations de la nouvelle mairie de Villefranche, sous trois à quatre mètres de limon jaunâtre à succinés, on a traversé 6 mètres d'argiles grises litées dans lesquelles étaient intercalés deux lits de cailloutis anguleux d'origine locale. Ces argiles ont fourni un cubitus d'Elephas sp. conservé au musée de Villefranche et une portion de mandibule de petit bovidé.

De telles argiles grises litées affleurent dans le lit de la Vauxonne au N de Villefranche et à l'W de Saint Georges de Reneins, au lieu dit "le moulin de Roffray" à la cote 200 m environ, où l'on peut observer la coupe suivante (Pl. 16, fig. 18).

- 1) A la base, sables rubéfiés inférieurs, visibles par endroits seulement.
- 2) Au dessus, cailloutis sableux inférieurs, rubéfiés et pré-

sentant un niveau noir consolidé ayant l'apparence d'un alios.

- 3) Marnes bleues, épaisses d'environ 1,5 m, de texture feuilletée, chaque feuillet se séparant fort bien des autres, allure varvée, en continuité avec les marnes jaunes qui les surmontent.
- 4) Marnes jaunes, de même texture feuilletée, épaisses de 1,5 m semblant dériver des premières par une altération ferrugineuse car elles ne sont pas décalcifiées.
- 5) Cailloutis locaux emballés dans un ciment argilo-marneux noir très consolidé, ayant toutes les apparences d'un alios mais par contre une puissance assez grande pouvant atteindre 3 à 5 m.
- 6) Marnes brunes supérieures.
- 7) Niveau de sables grossiers rubéfiés.
- 8) Cailloutis mal roulés, emballés dans une matrice finement sableuse jaune clair.
- 9) Limon fin ocre clair, argileux et tacheté.
- 10) Niveau sablo-caillouteux.
- 11) Sable jaune.
- 12) Limon supérieur brun.
- 13) Limon superficiel brun clair.
- 14) Terre végétale superficielle.

J'ai fait un prélèvement de 5 kg du limon fin ocre clair tacheté (9) pour analyse malacologique. Malheureusement il s'est révélé stérile, montrant seulement un abondant résidu de petits grains pisolitique ferrugineux et manganésifères.

Ces argiles, que certains auteurs avaient assimilé aux argiles de Saint Cosme, F. Bourdier en fait un dépôt glaciaire dans un lac de barrage, sédimenté pendant que le glacier obstruait la val-

lée de la Saône à l'aval dans la région de Neuville-Rochetaillée. A l'appui de cette hypothèse il signale la présence d'une argile à galets striés découverte lors du creusement d'un puits dans la vallée de la Saône, à Messimy, à une douzaine de km au NE de Villefranche. Ainsi, pendant que le glacier barrait la vallée, un lac de barrage glaciaire s'était peu à peu constitué et avait envahi la Saône jusqu'à une latitude bien supérieure à celle de Messimy puisqu'en cet endroit les dépôts lacustres auraient une épaisseur de 12 à 15 m. Dans cet immense lac se seraient sédimentés tranquillement les argiles de Villefranche, de la Vauxonne et de Messimy, prenant une contexture varvée. Si l'on s'en réfère aux moraines et alluvions fluvio-glaciaires de la région de Neuville, ce serait le glaciaire III du Rissien qui aurait été responsable de l'établissement de ce lac, ces argiles étant aussi contemporaines de cette même troisième phase du Riss.

La terrasse de Villefranche, d'altitude absolue 175 m, s'abaisse progressivement en direction de la Saône pour la dominer par un ressaut n'excédant pas une altitude de 6 à 7 mètres au-dessus du cours actuel de la rivière. De l'autre côté, sur la rive gauche, cette terrasse se retrouve vers Messimy, au lieu dit "le Guillard" et vers Saint Bernard même où un petit replat situé en contrebas de la terrasse de 30 m peut lui être rapporté. Au S de la feuille, on la retrouve encore entre la Saône et l'Azergues où elle forme la terrasse de la Chapelle.

Les coupes qui entament cette basse terrasse sont très rares.

TERRASSE DE SAINT-GEORGES DE RENEINS

Au lieu dit "la Ferme des eaux", sur le côté W de la route nationale 6, une carrière d'une hauteur de 6 m environ montre une formation entièrement sableuse. C'est une alluvion formée de sables grossiers, feldspathiques, roses, à stratification entrecroisée, comportant des lentilles de sables grossiers mêlés à des cailloutis locaux mal émoussés, à la base et au sommet de la

coupe. A un mètre environ du sommet existe un niveau d'argiles blanchâtres. Vers la base de la carrière, quelques lentilles comportent des veines noires résultant d'un enrichissement en fer et en manganèse.

L'ensemble du sédiment possède une très bonne tenue et offre une assez grande résistance sans qu'on puisse, à proprement parler, indiquer un début de consolidation.

J'ai prélevé un échantillon de sable reflétant assez bien l'ensemble du sédiment qui a une allure générale assez homogène, pour en faire l'analyse morphologique, granulométrique et minéralogique.

Analyse morphologique

Au point de vue morphométrique, ce sable est caractérisé par de nombreux grains de quartz et de feldspath non usés. Quelques uns sont luisants et à peine émoussés, ce qui prouve que ce sédiment n'a pas subi un long transport depuis son gisement d'origine. Sa composition est la suivante :

Essentiellement grains d'orthose rose et de feldspaths blancs.

Nombreux grains de quartz.

Quelques rares micas blancs.

Analyse granulométrique (Pl. 3, fig. 18)

La courbe de fréquence, très chaotique, montre bien que ce sédiment n'a pratiquement subi aucun tri, donc un transport de très faible amplitude, ce qui confirme bien les résultats de l'analyse morphologique.

Tableau des indices

Indices Unités	Med	Q ₁	Q ₃	Moy	E
Alpha	3	0	5,7	2,85	2,85
mm	0,5	1	0,27	0,52	0,52

Analyse minéralogique

Teneur en calcaire : la teneur en calcaire n'est que 2,3 % indiquant soit un sédiment altéré, soit un sédiment provenant d'une région essentiellement granitique, ce qui semble être le cas.

Minéraux lourdsTeneur pondérale

classe I	0,0623 g	soit	0,19 %
" II	0,1518 g	"	0,27 %
" III	0,1246 g	"	1,05 %
Total	0,3387 g	"	0,34 %

La teneur globale en minéraux lourds est assez faible, les teneurs partielles des différentes classes montrent une progression normale des éléments grossiers vers les éléments fins.

Liste minéralogique

Epidote	67 %
Amphibole	17,5 %
Zircon	8,5 %
Staurotide	3,5 %
Andalousite	0,5 %
Sphène	2,5 %
Chloritoïde	0,5 %

Le premier fait remarquable est l'absence totale de grenat, ce qui est très rare dans un sable de quelque provenance que ce soit.

Il y a toujours prépondérance de l'épidote, les amphiboles entrant pour une part notable du stock minéralogique.

L'importance relative de la teneur en zircon semble prouver que nous sommes en présence d'une formation longuement altérée, tandis que la présence de staurotide et d'andalousite en proportion notable indiquent une provenance certaine du Massif Central, bien qu'il y ait un minéral alpin représenté, le chloritoïde, mais en très faible proportion cependant. Ainsi il paraît donc certain que le matériel constituant la terrasse de Saint Georges de Re-neins provienne des montagnes proches du Beaujolais, sans doute par l'intermédiaire de la Vauxonne et des autres ruisseaux. Ce seraient les arènes granitiques locales qui, longuement altérées et mobilisées, auraient été reprises par les eaux descendant des collines beaujolaises pour être transportées sur une faible distance jusque dans la vallée de la Saône où il y aurait eu un petit apport étranger décelé par le minéral alpin isolé dans ce sédiment. Ainsi serait expliqué le fait que les grains de sable de la terrasse ne soient à peu près pas usés.

LA TERRASSE DE VILLEFRANCHE SUR SAONE PROPREMENT DITE

Quant à la basse terrasse de Villefranche sur Saône, elle est célèbre par le gisement de mammifères qu'elle renferme dans une sablière ouverte au S du hameau "le Garet", (Commune de Villefranche), faune complexe qui a donné lieu à de nombreuses études et interprétations diverses.

En 1892, Ch. Depéret recueillit des silex d'aspect moustérien associés à des ossements de mammifères. Il attribue au Moustérien l'industrie lithique et au dernier interglaciaire la faune mammalogique avec l'Elephant antique et le Rhinoceros de Merck.

Mais G. de Mortillet et M. Boule déclarèrent que la faune chaude de Villefranche était remaniée d'un gisement plus ancien. Or cette terrasse présente une particularité remarquable, c'est que son altitude relative est en contradiction avec les théories eustatiques de Ch. Depéret qui la voudraient, étant interglaciaire Riss-Wurm, à 30 m au-dessus de la Saône actuelle.

Cette terrasse a été récemment l'objet d'une publication (F. Bourdier et H. Gauthier, 1953) qui rend justice à la fois aux opinions de Ch. Depéret et M. Boule.

Du point de vue stratigraphique, ces deux auteurs distinguent une partie profonde argileuse connue seulement par des puits et des sondages, et une partie supérieure sableuse et graveleuse qui a pu être étudiée. Actuellement, le gisement du Garet est en voie de disparition complète et on ne distingue à peu près plus rien correctement.

D'après les observations de J.M. Béroud (1906), la terrasse reposerait à 12 ou 15 m de profondeur sur des sables jaunes que cet auteur assimile aux sables pliocènes de Trévoux.

Elle est recouverte par un complexe loessique qui a fourni également une faune malacologique et mammalogique.

La coupe totale de la terrasse est la suivante d'après F. Bourdier et H. Gauthier (Pl. 15, fig. 17):

- 0 - A la base, sables jaunes probablement pliocènes.
- 1 - Argiles litées.
- 2 - Sables et graviers.
- 3 - Graviers de base remplissant des poches de ravinement dans les argiles. Ils constituent le principal gisement de la faune et de l'industrie préhistorique.
- 5 - Sable graveleux, plus riche en galets à sa partie inférieure.
- 6 - Banc de limon sableux jaunâtre ayant pénétré par cryo-

turbation dans la couche sous-jacente en donnant des digitations à morphologie tourbillonnaire.

- 7 - Sable à stratification horizontale, à mollusques tempérés (C'est dans ce niveau que j'ai fait un prélèvement pour analyse granulométrique et minéralogique).
- 8 - Loess récent légèrement lehmifié à sa partie supérieure.
- 9 - Loess très clair, soliflué.
- 10 - Loess légèrement lehmifié dans sa masse.
- 11 - Loess décalcifié.
- 12 - Terre végétale.

Si on rapporte cette coupe à celle de la Vauxonne située quelques kilomètres en amont, on remarque tout d'abord la diminution de l'épaisseur des marnes feuilletées vers Saint Georges de Reneins, ce fait trouvant son explication dans l'éloignement plus grand de ce gisement par rapport au barrage et par conséquent dans la diminution de la tranche d'eau retenue dans le lac quand on approche de son extrémité amont.

Dans la coupe de la Vauxonne, nous retrouvons les cailloutis de base superposés aux argiles, mais consolidés par un ciment noir argilo-ferrugineux, vraisemblablement déposé à la faveur des balancements de la nappe phréatique. Avec quelques variations, nous retrouvons aussi les sables supérieurs, accompagnés d'un lit marneux. Comme principale différence on notera l'absence de loess sur la terrasse de Saint Georges de Reneins.

La faune mammalogique, étudiée par H. Gauthier, a été classée en trois catégories d'après le degré de fossilisation des pièces osseuses recueillies, appelées A, B et C par l'auteur.

A - Cette catégorie est représentée par une molaire d'Elephas meridionalis reprise d'un gisement plus ancien.

B - Ossements souvent usés par roulage, durs, denses et imprégnés de sels de fer leur donnant une coloration brun-rougeâtre. Par fréquence décroissante :

<u>Bison priscus</u> Boj.	très commun
<u>Equus caballus</u> Lin.	"
<u>Rhinoceros mercki</u> Kaup.	assez commun
<u>Cervus elaphus</u> Lin.	"
<u>Megaceros</u> sp.	"
<u>Hyena spelea</u> Gold.	rare
<u>Sus scrofa</u> Lin.	"
<u>Rhinoceros tichorhinus</u> Cuv.	très rare
<u>Elephas antiquus</u> Falc.	"
<u>Hippopotamus amphibius</u> Lin.	"
<u>Cervus</u> de la taille de <u>C. dama</u>	"

C - Ossements de densité relativement faible, friables, peu roulés, gris cendré, semblant contemporains des sables et graviers exploités et constituant les 4/5 des pièces osseuses du gisement.

<u>Bison priscus</u> Boj.	
<u>Equus caballus</u> Lin.	
<u>Megaceros</u> sp.	
<u>Rhinoceros mercki</u> Kaup.	
<u>Rhinoceros tichorhinus</u> Cuv.	
<u>Elephas primigenius</u> Blum.	assez commun
<u>Canis lupus</u> Lin.	rare
<u>Rangifer tarandus</u> Lin.	"
<u>Ursus speleus</u> Rosen	très rare
<u>Machairodus</u>	"

Dans la série C, il y a par rapport à la série B disparition des "espèces chaudes" sauf le Rhinoceros mercki Kaup., et l'apparition à l'état de rareté d'une espèce froide, Rangifer tarandus Lin.

Les ossements de la série B seraient interglaciaires.

Les documents préhistoriques, étudiés par F. Bourdier, comprennent : 16 éclats, 4 grands racloirs évoquant le Moustérien de la Quina, 7 petits racloirs, 8 pointes, 1 limace type la Quina, 2 disques-nucleus d'allure levalloisien, 1 grattoir sur bout de lame, 1 éclat type acheuléen et un petit biface à allure micoquienne. L'auteur conclut à une industrie moustero-levalloisienne, à plan de frappe préparé, à éclats minces et légers, avec quelques pièces apparentées au Moustérien classique.

En tenant compte de ces données paléontologiques ainsi que des données archéologiques et stratigraphiques, les auteurs ont donné de la terrasse de Villefranche l'interprétation suivante :

1) - Riss ? Les 7 ou 8 mètres d'argile grise inférieure ont pu se déposer dans un lac de barrage lors de la dernière phase d'avancée des glaciers rissiens. Nous avons vu qu'il s'agit vraisemblablement du Riss III.

2) - Riss-Wurm :

Erodage des marnes grises et dépôt des sables fins riches en sels de fer, remaniant une faune plus ancienne composée de Bison priscus cc, Equus caballus c, Rhinoceros mercki, Cervus elaphus megaceros sp. ac, Elephas antiquus, Hippopotamus amphibius (1 canine sup. gauche) et de quelques rares éclats de silex levalloiso-moustériens.

3) - Wurm I :

Formation des graviers de Villefranche jusqu'au niveau de la marne n° 6 dont la cryoturbation marquerait un premier maximum de froid. A ce maximum serait rapporté le glissement de blocs anguleux de roches cristallines du Beaujolais sur le sol gelé.

Du début du Wurm dateraient la faune et l'industrie

non ferritisées, ou très faiblement. Dans la faune, le Bison et le Cheval dominant comme précédemment et le Rhinoceros de Merck semble encore peut être persister. Mais le Renne apparaît timidement, ainsi qu'un petit équidé de la taille de l'Ane (Equus hydruntinus ?) et surtout l'Elephas primigenius absent de la série précédente, atteint une réelle fréquence.

l'Industrie, en grande partie sur éclats levallois, comporte quelques pièces d'aspect franchement moustérien (pointes "limaces").

4) - Inter Wurm I - II (?)

Sables stratifiés n° 7 à faune malacologique banale, analogue à l'actuelle.

5) - Wurm II

Loess récent inférieur.

6) - Inter Wurm II - III

Légère lehmification de ce loess inférieur.

7) - Wurm III

Loess blanc soliflué et loess jaunâtre n° 10.

8) - Post Wurm

Formation de la terre à briques et du sol actuel.

Le loess a fourni une faune de mammifères comprenant un grand bovidé, du Renne, du Cheval et du Rhinoceros tichorhinus, représentés par des ossements blanc crème très poreux, légers et vermiculés. Cette faune du loess a les caractères d'une faune "froide".

A propos de la faune malacologique du loess, G. Mazenot, dans ses "Recherches sur les mollusques du loess wurmien dans la vallée de la Saône (rive droite) entre Lyon et Mâcon" 1954, en donne une analyse détaillée que je rapporte ci-dessous :

Couches successives de loess	Loess infé- rieur gris jaunâtre (n° 8)	Loess soli- flué gris blanc (n° 9)	Loess foncé très sableux (n° 10)
Espèces de gasté- ropodes			
Arion sp. (corpuscules)	c	c	r
Limax sp. (limacelles)	38	22	2
<u>Fruticicola hispida</u> (L) for. <u>terrena</u> Cless	-	62	-
<u>Pupilla muscorum</u> (Mull) passant à la var. <u>alpi-</u> <u>cola</u> de Charp.	500	3	-
<u>Succinea oblonga</u> Drap. var <u>elongata</u> Al Br	1950	220	1

L'auteur conclut que la faune entre dans le cadre normal des faunes classiques, s'en distinguant même par sa pauvreté un peu exceptionndlle en espèces. Nous avons vu que les faunes de la rive gauche de la Saône sont également pauvres en espèces, ce qui tendrait à prouver que le loess wurmien de la région de Villefranche constitue une entité à part du loess wurmien de la région lyonnaise. Il est caractérisé par une grande abondance d'individus mais aussi une grande pauvreté en espèces, pauvreté allant d'ailleurs s'accroissant de la base vers le sommet où la faune disparaît complètement dans la zone d'altération supérieure, dissoute postérieurement au dépôt par les eaux d'infiltration.

Afin de compléter l'étude de la terrasse de Villefranche, j'ai prélevé un échantillon des sables n° 7 pour en faire l'analyse granulométrique et minéralogique et la comparer à celles des sables de cette terrasse prélevés à Saint Georges de Reneins et à Messimy.

Analyse morphologique

Composition : essentiellement feldspathique, orthose rose

et plagioclases blancs. Nombreux grains de quartz. Rares paillettes de Muscovite, quelques petits galets bien roulés et arrondis de roche très finement cristallisée. Rares grains de quartz jaspé pouvant provenir de filons.

Aspect : émoussé peu prononcé. Assez nombreux grains de quartz émoussés luisants, quelques non usés. Indique un transport sur une assez faible distance.

Analyse granulométrique (Pl. 3, fig. 20)

La courbe de fréquence, à deux maxima assez distincts, témoigne d'un commencement de classement et présente donc de grands progrès par rapport aux courbes obtenues avec les sables de Saint Georges de Reneins et de Messimy. Les éléments fins sont très rares, la majorité étant constituée par les éléments de taille moyenne mais le pourcentage d'éléments grossiers est encore très important et montre bien que l'on est encore proche du lieu d'origine du sédiment.

Tableau des indices

Indices Unités	Med	Q ₁	Q ₃	Moy	E
Alpha	3,4	0,5	6,1	2,8	3,3
mm	0,46		0,25	0,53	0,47

Analyse minéralogique

Teneur en calcaire : la teneur en calcaire est 5 % soit très faible et analogue aux teneurs des gisements précédents.

Minéraux lourds

Teneur pondérale

classe I	0,0476 g	soit	0,18 %
" II	0,2228 g	"	0,37 %
" III	0,4957 g	"	3,8 %
Total	0,7661 g	"	0,75 %

La teneur globale est beaucoup plus élevée que dans le cas des deux échantillons précédentes. Si la progression du pourcentage en fonction de la finesse est normale, on peut remarquer que la teneur des éléments fins est assez considérable.

Liste minéralogique

Epidote	39 %	}	66 %
Grenat	19 %		
Amphibole	8 %		
Tourmaline	2 %		
Zircon	21 %		
Rutile	6 %		
Staurotide	2 %		
Chloritoïde	1 %		
Corindon	1 %		

La teneur globale des minéraux épidote, grenat et amphibole qui atteint les 2/3 du stock minéralogique total est inférieure à cette même teneur des gisements précédents. Par contre un phénomène remarquable est la très forte proportion de zircon, vraiment inhabituelle, bien que la proportion de zircon à Messimy atteigne 14,5 %. On remarque la présence de staurotide, minéral du Massif Central mais aussi du chloritoïde, minéral alpin caractéristique en faible quantité, analogue à Saint Georges de Reneins. Ici aussi, malgré une influence dominante du Massif Central, il y eut quelques apports alpins, de faible amplitude.

Age de la terrasse de Villefranche sur Saône

Le complexe loessique de Villefranche, avec sa faune froide de mollusques et de mammifères, est contemporain de l'époque wurmienne. Une fine couche très légèrement lehmifiée, probablement interstadiaire, le subdivise en deux loess.

La très basse terrasse de Villefranche recouverte par le loess serait antérieure au maximum wurmien représenté par les loess. Les sables et graviers à faune tempérée froide et à industrie moustéro-levallloisienne pourraient dater du début du Wurm et être plus ou moins contemporains du loess récent I.

Ainsi la très basse terrasse de Villefranche serait antérieure à la terrasse dite de 15 m de la région lyonnaise, ou terrasse de Villeurbanne, qui se raccorde sans aucun doute aux moraines du maximum wurmien. Or elle est d'altitude inférieure. Bien plus, comme l'a noté G. Mazenot, sa couverture de loess arrive au niveau des alluvions récentes de fond de vallée à Dracé, à 18 km en amont de Villefranche, et à 15 km en aval à Fleurieu. L'hypothèse d'une subsidence naît donc à l'esprit. La vallée de la Saône aurait continué à subir dans un passé tout proche le mouvement d'affaissement qui a caractérisé le bassin bressan depuis le Tertiaire. L'ampleur de ce mouvement serait de 10 à 15 m selon F. Bourdier, 40 m au moins selon A. Journaux qui se base sur les résultats du sondage de l'usine Chazy Mulsant, rapporté par Dollfus (1847).

Au lieu de supposer une subsidence du bassin bressan, P. Russo envisage l'hypothèse du soulèvement isostatique de la région lyonnaise, à la suite du retrait définitif des glaciers. Nous avons vu, dans le chapitre relatif aux cailloutis et sables ferrugineux des Dombes villafranchiens, que la position curieusement élevée des alluvions jaunes plus récentes s'expliquerait par un mouvement de bascule ayant abouti à relever la lisière sud du plateau dombiste. Le relèvement isostatique invoqué par P. Russo aurait pu combiner ses effets à celui, beaucoup plus ancien, qui affecte l'ensemble de la Bresse.

D'autres géologues ont proposé une explication beaucoup plus simple. Ils remarquent que, si l'on prolonge virtuellement la terrasse de 15 m de la plaine lyonnaise, terrasse du maximum wurmien, jusqu'au confluent de la Saône et du Rhône, en lui conservant sa forte pente, on constate qu'elle descend presque au niveau des alluvions actuelles. Ainsi, elle serait à une altitude relative plus basse que celle de la terrasse de Villefranche et, sans faire intervenir ni subsidence ni isostasie glaciaire, la succession altimétrique des terrasses serait bien observée dans toute la région lyonnaise.

Même si aucun mouvement du substratum n'a contrarié l'agencement des terrasses quaternaires, on ne peut expliquer autrement que par des déformations tectoniques le fait que, sur le plateau des Dombes, les alluvions jaunes se trouvent dominer altimétriquement les cailloutis et sables ferrugineux des Dombes plus anciens.

TERRASSE DE LA CHAPELLE

Sur la rive droite de la Saône, à l'extrémité S de la feuille de Villefranche, le niveau de 175 m est représenté par la terrasse de la Chapelle, laquelle supporte partiellement la gare de triage de Saint Germain au Mont d'Or⁽¹⁾. A quelque distance au S du lieu dit Jérusalem, en bordure de la Saône, cette terrasse est entamée par une petite coupe d'une hauteur de l'ordre de 1 m. On y observe une formation sableuse d'apparence homogène assez fine, comprenant plusieurs strates à laminations inclinées différemment. J'y ai prélevé un échantillon pour analyse granulométrique et minéralogique.

⁽¹⁾ On sait qu'une grande partie du triage est construit sur des remblais.

Analyse morphoscopique

L'examen à la loupe révèle un sable constitué essentiellement de grains de quartz, la plupart non usés, certains émoussés luisants. Les feldspaths sont nombreux, surtout les feldspaths blancs ; corrélativement, l'orthose est assez rare. On remarque aussi de nombreuses paillettes de muscovite.

Analyse granulométrique (Pl. 3, fig. 21)

La courbe de fréquence est très régulière, se rapprochant beaucoup d'une courbe de dispersion idéale. Il existe un seul maximum, très accentué, correspondant aux éléments moyens. L'allure générale révèle une absence presque totale de sables grossiers et de sables fins. Nous sommes ici en présence d'un sédiment très bien classé, conséquence d'un transport prolongé.

Tableau des indices

Indices Unités	Med	Q ₁	Q ₃	Moy	E
Alpha	6	6,6	5,1	6,85	0,75
mm	0,25	0,22	0,31	0,21	0,84

Analyse minéralogique

Teneur en calcaire :

La teneur en calcaire est très faible : 7 %.

Minéraux lourds

Teneur pondérale

classe I	0,0022 g	soit	0,06 %
" II	0,2008 g	"	0,29 %
" III	0,1762 g	"	1,53 %
Total	0,3792 g	"	0,45 %

Les teneurs partielles et globale en minéraux lourds sont moyennes, assez faibles pour un sable provenant d'un sédiment altéré, et ayant subi un tel transport.

Liste minéralogique

Epidote	51,5 %	} 94 %
Grenat	25 %	
Amphibole	17,5 %	
Tourmaline	1,5 %	
Rutile	1,5 %	
Staurotide	1,5 %	
Sillimanite	1,5 %	

Le fait principal est la prédominance des trois minéraux épidote, grenat et amphibole, qui évoque un sédiment d'origine alpine. Mais les minéraux alpins caractéristiques sont absents. En revanche, il y a un apport Massif Central prouvé par la présence de feldspath, de staurotide. Cette terrasse paraît donc formée par un apport principal dérivé d'un sédiment d'origine alpine auquel s'est joint une faible venue locale. Vraisemblablement les sables de Trévoux et les cailloutis et sables ferrugineux des Dombes, qui affleurent largement à l'amont, ont fourni l'essentiel du matériel sableux.

Les apports du Massif Central, éloigné et masqué par le Mont d'Or lyonnais, se sont trouvés réduits, ce qui explique le bon classement des éléments sableux de cette terrasse.

Sur la rive gauche de la Saône, le niveau de 175 m se retrouve aux alentours de Messimy, au lieu dit "le Guillard", à la même latitude que Saint Georges de Reneins. J'y ai également fait un prélèvement des sables d'apparence analogue à ceux de la rive droite au lieu dit "la Ferme des Eaux". Les résultats des analyses morphologique, granulométrique et minéralogique, exposés ci-après, confirment assez les résultats obtenus à Saint Georges de Reneins.

Analyse morphoscopique

La composition du sable de la terrasse du Guillard varie un peu par rapport à celui de Saint Georges de Reneins. Il est d'abord formé par une majorité de grains de quartz, mais contient de nombreux grains d'orthose et de feldspaths blancs. Presque tous ces grains sont arrondis, présentant un aspect émoussé luisant. Quelques uns sont encore non usés, surtout parmi les grains fins. L'ensemble témoigne d'un transport par eau assez important.

Analyse granulométrique

La courbe de fréquence, comme dans le cas des sables de Saint Georges, est entièrement cahotique avec cependant un maximum général déporté vers les phases moyennes, ce qui indique un triage un peu plus important que précédemment.

Tableau des indices

Indices Unités	Med	Q ₁	Q ₃	Moy	E
Alpha	4,85	1,5	7,1	4,3	2,8
mm	0,33	0,71	0,2	0,39	0,53

Analyse minéralogique

Teneur en calcaire : la teneur en calcaire est ici de 4,7 % ce qui est encore peu mais supérieur à la teneur en calcaire des sables de Saint Georges.

Minéraux lourds

Teneur pondérale

classe I	0,0248 g	soit	0,08 %
" II	0,1603 g	"	0,15 %
" III	0,3563 g	"	1,45 %
Total	0,5414	"	0,45 %

Ici, la teneur globale en minéraux lourds ainsi que les teneurs partielles sont comparables à celles des sables de Saint Georges, avec la même progression des éléments grossiers vers les éléments fins, mais l'ensemble montre cependant une richesse un peu plus grande.

Liste minéralogique

Epidote	55 %	} 75 %
Grenat	9 %	
Amphibole	12,5 %	
Tourmaline	2,5 %	
Zircon	14,5 %	
Glaucophane	1 %	
Chloritoïde	1 %	
Andalousite	-	
Staurotide	2,5 %	
Rutile	1 %	
Sphène	1 %	

Au Guillard, le stock minéralogique est beaucoup plus varié et riche en espèces cristallines. Il faut noter tout d'abord la réapparition du grenat dans la proportion de 9 %. Les proportions d'épidote et d'amphibole sont un peu plus faibles que dans le cas précédent, sans doute en relation avec l'apparition du grenat. Il y a aussi la très forte proportion de zircon qui indique un sédiment très altéré ou repris d'une formation ancienne. L'andalou-site et le staurotide sont toujours présents, indiquant un apport provenant du Massif Central mais on voit la réapparition en faibles proportions des minéraux alpins caractéristiques, glaucophane et chloritoïde, montrant bien par là que le sable a une origine complexe. A un apport important venu des monts du Beaujolais s'est joint un autre apport, moins important, sans doute repris des cailloutis et sables ferrugineux des Dombes qui est venu en quelque sorte s'intriquer avec le sédiment précédent, l'ensemble ayant toutefois un caractère d'arène granitique nettement accusé.

Ce niveau si important de 175 m, bien caractérisé par sa faune de mammifères, daté de la fin de l'interglaciaire Riss-Wurm, va servir de référence pour la datation de toutes les autres terrasses du secteur étudié. Malgré les mouvements dont le substratum a été l'objet après le dépôt de ces nappes alluviales, cette chronologie sera possible sur une portion aussi faible de la vallée, les mouvements ayant eu la même amplitude, dans le même sens.

NIVEAU DE 170 m (ou terrasse de 1-2 m au-dessus de l'étiage)

Ce niveau de 170 m, dominant l'étiage de la Saône de 1 à 2 m seulement, se trouve uniquement sur la rive droite de la rivière et dans la partie S de la carte. C'est la plaine alluviale qui s'étend sur plusieurs kilomètres entre Anse et Les Chères, et qui supporte les petits villages d'Ambérieux d'Azergues et de Quincieux. On la retrouve aussi sur la rive gauche de l'Azergues.

Cette plaine peut être inondée par les crues importantes, bien qu'elle ne fasse pas partie du lit majeur de la rivière proprement dit. Cette surface plane forme une très basse terrasse dont le soubassement est visible dans le lit de l'Azergues, au lieu dit le Grand Champ, altitude 175 m environ.

De bas en haut, on y observe la succession suivante (Pl. 17, fig. 20) :

- Une alluvion graveleuse à matrice sableuse, masquée en partie par les éboulis.
- Au-dessus, un limon à structure fendillée, polygonale, d'apparence homogène et extrêmement dur, non stratifié et entièrement décalcifié. Epaisseur environ 1 m.
- Au sommet, plusieurs niveaux caillouteux et sablo-argileux provenant certainement des crues de la Saône et surmontés par 50 cm de terre végétale.

Alors qu'on pourrait penser avoir affaire au lit majeur de la Saône, il est donc certain que nous sommes en présence d'une terrasse d'altitude extrêmement faible, qui fut recouverte d'un loess aujourd'hui entièrement lehmifié. J'en ai prélevé 5 kg pour le soumettre à une analyse malacologique. Malheureusement il se révèle absolument azoïque, la décalcification poussée ayant entraîné la disparition totale des coquilles. Le résidu de lavage ne contient non plus ni poupées ni rhizocolles caractéristiques du loess. A part quelques grains de quartz non émoussés, quelques cristaux de feldspath et d'orthose, quelques galets et cailloux mal roulés, ce résidu est formé essentiellement d'un grand nombre de nodules ferrugineux et manganésifères de la dimension de 1 mm pour la plus grande part, quelques uns pouvant atteindre un diamètre de 5 à 6 mm.

Pour faire l'étude granulométrique et minéralogique des alluvions de cette très basse terrasse, j'ai effectué deux prélèvements dans le soubassement sableux et graveleux, l'un au Grand Champ à proximité du lit de l'Azergues, l'autre près du confluent

des deux rivières, à Ambérieux d'Azergues au lieu dit "le Moulin" cote 171 m environ.

ECHANTILLON DU GRAND CHAMP (Pl. 3, fig. 22)

Analyse granulométrique

La courbe de fréquence présente un maximum bien accentué pour les éléments relativement grossiers des sables inter-ticiels des cailloutis de base de la terrasse, indiquant un début de classement par un courant relativement rapide, ayant éliminé à peu près tous les éléments fins.

Tableau des indices

Indices Unités	Med	Q ₁	Q ₃	Moy	E
Alpha	2,3	0,45	4	2,22	1,78
mm	0,59	0,9	0,4	0,6	0,67

Analyse minéralogique

La teneur en calcaire est de 2 %, soit extrêmement faible mais normale dans des alluvions ayant subi une altération poussée et provenant de massifs composés essentiellement de roches cristallines.

Minéraux lourds

Teneur pondérale

classe I	0,7427 g	soit	2 %
" II	0,8581 g	"	3,3 %
" III	0,5792 g	"	5,8 %
Total	2,1800 g	"	3 %

La teneur globale en minéraux lourds est relativement forte, les pourcentages partiels montrant un accroissement normal des éléments grossiers vers les éléments fins. Les éléments grossiers en particulier contiennent une proportion considérable de minéraux lourds pour cette classe.

Liste minéralogique

Epidote	30 %
Grenat	2,5 %
Amphibole	66 %
Zircon	1 %
Tourmaline	0,5 %

Les sédiments, provenant des monts du lyonnais où de nombreuses séries schisteuses affleurent, montrent un pourcentage d'amphiboles considérable, atteignant les 2/3 du stock minéralogique total. On remarque également la teneur très faible des grenats. Nous sommes ici en présence d'un stock minéralogique appartenant exclusivement aux formations locales.

ECHANTILLON D'AMBERIEUX D'AZERGUES (Pl. 3, fig. 23)

Analyse morphoscopique

Composition : essentiellement grains d'orthose et de plagioclases blancs. Assez nombreux grains de quartz. Rares paillettes de muscovite. Quelques menus galets de roche finement grenue et schisteuse.

Aspect : Très peu usés, mal arrondis. Quelques grains de quartz émoussés luisants. Nombreux non usés. Evoque un dépôt de crue torrentielle.

Analyse granulométrique

La courbe de fréquence, très inhabituelle, montre cependant une prépondérance absolue des éléments grossiers, la présence de quelques éléments moyens et l'absence presque totale d'éléments fins, confirmant ainsi l'analyse morphoscopique et les conditions de gisement indiquant un dépôt torrentiel n'ayant déposé que des sables et cailloutis grossiers et ayant emporté tous les éléments de taille inférieure à 0,40 mm.

Tableau des indices

Indices Unités	Med	Q ₁	Q ₃	Moy	E
Alpha	0,3	0,6	1,7	0,55	1,15
mm	0,93	-	0,68	0,88	0,77

Analyse minéralogique

Dans ce sédiment, il n'y a absolument pas trace de calcaire.

Minéraux lourds

Teneur pondérale

classe I	0,2112 g	soit	1,2 %
" II	0,0815 g	"	4 %
" III	0,0275 g	"	7 %
Total	0,3202 g	"	1,5 %

La teneur globale en minéraux lourds est moitié moindre de la teneur au Grand Champ. Mais les éléments fins présentent un pourcentage très important provenant peut être des conditions de sédimentation.

Liste minéralogique

Epidote	24 %
Grenat	2,5 %
Amphibole	67 %
Zircon	5 %
Chloritoïde	1,5 %

Cette composition minéralogique correspond bien à celle des sables du Grand Champ, essentiellement de provenance locale. Ici cependant, une faible influence alpine se fait sentir par la présence du chloritoïde, sans doute remanié des terrasses de la Saône qui le contiennent. Ainsi, cette très basse terrasse d'Am-bérieux d'Azergues semble formée essentiellement de matériel local, amené par l'Azergues en crue des monts du Beaujolais, et déposés peu avant son confluent avec la Saône. Cette terrasse, certainement ancienne puisque recouverte d'un limon qui est vraisemblablement du loess altéré, serait plus récente que la terrasse de Villefranche, mais encore antérieure au dépôt du dernier loess wurmien de la région lyonnaise.

CONCLUSION

Les cinq terrasses étagées sur les deux rives de la Saône, dans la région de Villefranche, paraissent toutes être antérieures au maximum wurmien. En effet, leur couverture de loess l'atteste. Un autre fait révélé par cette étude est que les terrasses de la rive droite sont formées exclusivement de matériel local d'origine beaujolaise, alors que les trois plus hautes terrasses de la rive gauche sont constituées de cailloutis et de sables dérivés de matériel alpin. Enfin, les terrasses les plus anciennes sont principalement développées sur la rive gauche, tandis que les plus récentes le sont sur la rive droite. Page suivante, un tableau résume brièvement les faits principaux étudiés au cours de ce chapitre.

Altitudes	Développement	Origine des Matériaux	Couverture	Age		
absolues localisation	rela- tives	rive droite	rive gauche	de loess	probable	
225-230 m Beauregard Les Rues Lucenay sud	55 60 m	—	Sables et gra- viers graniti- ques d'origine <u>locale</u>	Cailloutis et sables repris d'éléments <u>alpins</u>	1 loess 1 lehm su- perficiel	Riss III Altitude com- rable au côm- fluvio-glaciai- de Parcieu
200 m Amareins, Chava- leins, Lurcy, Les Trèves, Chêne, Marsan- gue, La Grange Perret, Les Roches	30 m	—	Sables grani- tiques d'ori- gine <u>locale</u>	Cailloutis et sables repris d'éléments <u>alpins</u>	2 loess sé- parés par 1 lehm	Interglaciai Riss-Wurm
185 m Messimy, Bicheron, Fareins, Saint Bernard, Lucenay	15 m	—	Graviers cris- tallins d'ori- gine <u>locale</u>	Cailloutis et sables repris d'éléments <u>alpins</u>	Colluvion	Interglaciai Riss-Wurm
175 m Saint Georges de Reneins, Villefranche, La Chapelle, Le Guillard	5 m	—	Argiles, gra- viers et sa- bles graniti- ques d'origine <u>locale</u>	Sables graniti- ques d'origine <u>locale</u>	3 loess 1 lehm super- ficiel	Fin de l'in- terglaciair Riss-Wurm e début Wurm
170 m Ambérieux d'Azergues, Quincieux	2 m	—	Graviers cris- tallins d'ori- gine <u>locale</u>		Limon décal- cifé d'ori- gine <u>loessi- que ?</u>	Antérieur a maximum wurmien

CHAPITRE III

LES ALLUVIONS DE FOND

DE LA SAÔNE

La Saône coule actuellement sur un lit de sables et de graviers qui sont activement exploités par dragage. Il ne semble pas que, de nos jours, la rivière effectue un grand travail de creusement ni de sédimentation ; elle a peut être atteint son profil d'équilibre. Cependant, lors des crues annuelles, elle dépose encore une pellicule de limons argileux dans son lit majeur. C'est un limon jaune qui, d'après Delafond et Depéret (1894), contient dans sa partie supérieure de l'industrie humaine. Ce produit de débordement peut atteindre une épaisseur de 1,50 m. Il repose sur des marnes, appelées par les géologues lyonnais "argiles de la Caille", renfermant de nombreux mollusques, et des sables dont l'épaisseur totale atteint localement une trentaine de mètres. Les auteurs précités indiquent que le soubassement de ces graviers est constitué par des marnes grises. Dans les sondages qui m'ont été communiqués, de telles marnes n'ont jamais été mentionnées.

Un puits foncé en aval de Port-Rivière, rive droite de la vallée de la Saône, sur la commune de Saint Georges de Reneins et rapporté par M. Thorat, a donné les résultats suivants :

- Terre limoneuse brune, fortement argileuse avec fissures de retrait, provenant de couches successives de limon de débordement 1,55 m
- Sable un peu terreux, gris jaunâtre, durcissant et s'agglomérant par dessiccation. Nombreux graviers de nature variée 1,55 m
- Sable jaunâtre à peine limoneux, type sable de Saône, nombreux graviers roulés en majorité siliceux et d'une taille inférieure à 5 cm 2 m
- Sable grossier, feldspathique, graviers et petits galets surtout siliceux, un peu de limonite. Près de la base, de nombreux galets sont noircis par un enduit ferro-magnésien 2,75 m
- Sable feldspathique rougeâtre avec nombreux grains de limonite 0,60 m
- Sable gris, bien lavé, fin, micacé, sans galets, avec encore des grains de feldspath de couleur saumon 1,25 m
- Sable jaune, limoneux, calcaire, plus marneux et consolidé par place, devenant progressivement imperméable 1,30 m

M. Thorat conclut que le forage s'arrête dans les sables de Trévoux, qui en cet endroit, sont à une profondeur de 9,70 m, soit à l'altitude absolue de 160 m. Entre les cotes 1,55 m et 9,70 m, il s'agit d'alluvions séquanienues qui, d'après cet auteur, se sont déposées en au moins deux cycles emboîtés ou superposés, l'horizon à cailloux noircis impliquant une phase d'exondation, et sans doute un tri par ruissellement.

Plus en aval, à Beauregard, trois puits ont été creusés en 1952 pour l'alimentation en eau de la ville de Villefranche. Espacés de quelques mètres seulement, ils ont donné des résultats

sensiblement différents (Pl. 25). Sous le limon de débordement, apparaissent des argiles pouvant atteindre plus de 4 m d'épaisseur. Il semble que les sables de Trévoux aient été atteints par un puits à 10,40 m de profondeur.

En 1954, à proximité des puits précédents, un sondage a été exécuté pour l'usine de la S.A.B.T.I. Sous des remblais, il a traversé 0,70 m d'argile jaune, puis 8,50 m de sables de Saône. A la cote - 13 m, les sables de Trévoux ont été atteints et traversés sur 15 m de hauteur, sans en atteindre la base.

Il semble bien que, dans la région de Villefranche, les marnes inférieures ne se sont pas déposées. Mais Delafond et Depéret (1894) signalent que ces marnes inférieures ont été rencontrées au S de Villefranche, dans le sondage de Port-Bernalin, en face de Parcieux, et aussi plus au N, à Pagny la Ville est à Gergy.

Ces auteurs estiment que l'épaisseur des alluvions du lit de la Saône est au moins de 20 m. Mais, si l'on en croit les sondages exécutés dans la région de Villefranche, leur épaisseur dans cette région serait d'une dizaine de mètres seulement. Le creusement qui a suivi la construction de la terrasse de Villefranche serait ainsi de l'ordre d'une quinzaine de mètres.

De nombreux restes de mammifères ont été recueillis dans les graviers du lit de la Saône, tout le long de son cours. Conservés dans les musées de Gray, Dijon, Tournus, Pont de Vaux et Lyon, ils sont cités par Delafond et Depéret (1894) et comprennent :

Elephas primigenius Blum

Rhinoceros tichorhinus Cuv.

Equus caballus L.

Sus scrofa L.

Cervus elaphus L.

Cervus tarandus L.

Bos sp.

Les auteurs estiment qu'il s'agit d'une faune froide, glaciaire, correspondant à la période froide qui a suivi l'époque de réchauffement relatif correspondant à la faune de la terrasse de Villefranche.

Plus récemment, F. Bourdier (1958) signale que les nombreux dragages opérés dans le fond de la rivière ramènent à la surface des dents d'Elephas primigenius, souvent très petites que l'auteur attribue à une forme diminutive du mammoth. Il en conclut que les graviers de fond de la Saône sont probablement wurmiens. Si les graviers de fond sont wurmiens, et correspondent ainsi à la terrasse de Villeurbanne qui domine le Rhône d'une dizaine de mètres, c'est un argument de plus en faveur d'une subsidence de la moyenne et de la basse vallée de la Saône.

CARACTERES GRANULOMETRIQUES ET MINERALOGIQUES DES

SABLES DE SAONE

Profitant des dragages qui s'échelonnent sur tout le cours de la rivière, dans les limites de la région étudiée, j'ai prélevé des échantillons de sable provenant du lit de la Saône pour les analyser à la fois granulométriquement et minéralogiquement. Les points de prélèvement ont été, du N au S : Montmerle, Port-Rivière, Beauregard-Jassans, Jassans-Saint Bernard, Port-Bernalin et Port-Maçon, à proximité amont de Neuville.

1 - PRELEVEMENT DE MONTMERLE

A Montmerle, l'échantillon prélevé ne provient pas du dragage, mais de la plage située immédiatement en amont du pont.

Le sable est constitué par des grains de quartz en majorité non usés, quelques uns ayant l'émoussé luisant caractéristique des longs transports dans l'eau. On y trouve aussi une abondance de grains d'orthose et de plagioclases blancs en proportions identiques, et de rares micas blancs.

Analyse granulométrique (Pl. 4, fig. 24)

La courbe de fréquence est très inhabituelle montrant une grande concentration d'éléments grossiers qui forment trois maxima, une faible proportion d'éléments moyens et une absence totale d'éléments fins. Une telle courbe dénote un apport par un courant rapide. Le prélèvement a été fait dans un banc sableux et graveleux déposé par des crues successives de la rivière, qui ont emporté tous les éléments fins.

Tableau des indices

Indices Unités	Med	Q ₁	Q ₃	Moy	E
Alpha	1,4	2,7	0,2	1,45	1,25
mm	0,73	0,54	0,95	0,072	0,75

Analyse minéralogique

Teneur en calcaire :

La teneur en calcaire est nulle.

Minéraux lourds

Teneur pondérale

classe I	0,0890 g	soit	0,54 %
" II	0,0718 g	"	1,11 %
" III	0,0227 g	"	3,55 %
Total	0,1835 g	"	0,78 %

Les teneurs globale et partielles en minéraux lourds sont normales, avec une progression habituelle des éléments grossiers vers les éléments fins.

Liste minéralogique

Epidote	27,5 %
Grenat	12,5 %
Amphibole	26 %
Zircon	29 %
Rutile	2,5 %
Andalousite	2 %

Les minéraux habituels des sables sont ici présents, c'est à dire l'épidote, le grenat et l'amphibole, qui sont généralement les minéraux principaux. Ici, c'est le zircon qui devient prépondérant, ce qui traduit en général un sédiment ayant subi une longue altération. L'andalousite, minéral caractéristique du Massif Central proche, atteste qu'il y eut quelques apports latéraux de rive droite.

2 - PRELEVEMENT DE PORT-RIVIERE PLAGE

Dans les mêmes conditions qu'à Montmerle, j'ai prélevé un échantillon de sable de la plage de Port-Rivière.

L'aspect et la composition du sable de Port-Rivière plage est analogue à celui de Montmerle, recueilli dans les mêmes con-

ditions. Son apparence est toutefois légèrement moins grossière.

Analyse granulométrique (Pl. 4, fig. 25)

Courbe de fréquence

Comme dans le cas précédent, la courbe de fréquence est nettement déviée vers la fraction grossière, mais beaucoup moins fortement. Ainsi, si les éléments grossiers sont bien représentés, les éléments moyens le sont également. Les éléments fins sont également absents, mais le tri qui s'est effectué dans les limites de la granulométrie est déjà amorcé.

Tableau des indices

Indices Unités	Med	Q ₁	Q ₃	Moy	E
Alpha	2,2	3,8	0,6	2;2	1,6
mm	0,61	0,42	0,87	0,61	0,7

Analyse minéralogique

Teneur en calcaire : la teneur en calcaire est de 4 %, donc il semble que le sable de Port Rivière est moins altéré que celui de Montmerle.

Minéraux lourds

Teneur pondérale

classe I	0,0410 g	soit	0,13 %
" II	0,4757 g	"	2,03 %
" III	0,1917 g	"	17,58 %
Total	0,7084 g	"	0,132 %

La teneur globale est assez élevée, mais la teneur partielle de la classe fine est exceptionnelle. Elle se répercute peu sur la teneur totale, car les éléments fins sont en quantités infime par rapport aux autres classes du sédiment.

Liste minéralogique

Epidote	21,5 %
Grenat	46,5 %
Amphibole	3 %
Tourmaline	1,5 %
Glaucophane	0,5 %
Chloritoïde	0,5 %
Rutile	2,5 %
Zircon	20,5 %
Sphène	1 %
Staurotide	1,5 %
Disthène	0,5 %

Par rapport au stock minéralogique de Montmerle, nous avons ici un accroissement du nombre des espèces minérales. C'est le grenat qui, à Port Rivière, devient dominant, l'amphibole devenant accessoire. Le zircon reste en proportion considérable, attestant ainsi l'altération du sédiment. Le fait intéressant est cependant l'apparition des minéraux alpins caractéristiques, glaucophane et chloritoïde, en très faibles proportions. Nous pouvons y voir l'influence des sédiments du petit affluent de la rive gauche, l'Appéum, qui traverse dans son cours des alluvions glaciaires, fluvio-glaciaires, et les cailloutis et sables ferrugineux des Dombes d'origine alpine. L'andalousite qui disparaît est remplacée par le sphène et le staurotide comme minéraux témoignant d'apports locaux du Beaujolais.

3 - PRELEVEMENT DE PORT-RIVIERE (dragage)

Les sables de fond de la Saône à Port-Rivière sont constitués par un fond de grains de quartz dominants, la plupart non usés, mais comprenant d'assez nombreux grains émoussés luisants mal arrondis. On retrouve toujours la même proportion de grains d'orthose et de plagioclases que dans les prélèvements précédents. Les micas sont très rares et l'on trouve aussi quelques grains de roche métamorphique.

Analyse granulométrique (Pl. 4, fig. 26)

Courbe de fréquence

La courbe de fréquence est peu différente de celle de Port-Rivière plage. On y observe la même absence d'éléments fins. Cependant, les maxima sont déviés légèrement vers les éléments moyens qui prennent ainsi une importance plus grande que précédemment, les éléments grossiers étant en proportion corrélativement plus faible, et d'un ordre de grandeur sensiblement égal à celle des éléments moyens.

Tableau des indices

Indices Unités	Med	Q ₁	Q ₃	Moy	E
Alpha	3,2	4,5	1,6	3,05	1,45
mm	0,48	0,36	0,7	0,5	0,72

Analyse minéralogique

Teneur en calcaire : elle est de 5 % dans cet échantillon soit légèrement plus importante que dans le prélèvement de la plage.

Minéraux lourdsTeneur pondérale

classe I	0,0720 g	soit	0,27 %
" II	0,2264 g	"	0,81 %
" III	0,0592 g	"	3,42 %
Total	0,3576 g	"	0,63 %

Les teneurs partielles et globale sont normales dans ce prélèvement, et ne reflètent en rien les teneurs enregistrées dans l'échantillon de la plage.

Liste minéralogique

Epidote	38 %
Grenat	24 %
Amphibole	18 %
Tourmaline	1,5 %
Zircon	6,5 %
Rutile	4 %
Andalousite	1 %
Staurotide	2 %
Sillimanite	1,5 %
Sphène	3 %

On remarque immédiatement que, par rapport à l'analyse précédente, les deux minéraux alpins caractéristiques ont disparu. Presque tous les autres minéraux se retrouvent, en particulier les minéraux principaux qui prennent ici leurs proportions habituelles. En effet, le zircon, bien que relativement abondant, n'est cependant plus qu'accessoire. Les minéraux caractéristiques du Massif Central sont abondamment représentés.

ECHANTILLON DE BEAUREGARD-JASSANS

Comme dans l'échantillon précédent, les sables du dragage de Beauregard-Jassans sont composés surtout de grains de quartz, les uns non usés, les autres émoussés luisants, toujours mal arrondis. Les grains d'orthose et de feldspaths blancs sont également abondants, les micas blancs toujours très rares. L'ensemble des grains est un peu mieux usé que dans le cas précédent.

Analyse granulométrique (Pl. 4, fig. 27)

Courbe de fréquence

La courbe de fréquence des sables de Beauregard-Jassans présente une allure plus ordonnée que celles des sables de Port-Rivière. En particulier, un maximum bien délimité et assez accentué apparaît au niveau des éléments moyens qui, dans cet échantillon, deviennent prépondérants par rapport aux autres. Les éléments grossiers sont tout de même bien représentés, et affectés d'un minimum secondaire peu accusé et aplati. Comme dans tous les prélèvements précédents, les éléments fins font presque totalement défaut. Les limons, de diamètre inférieur à 50 microns, sont présents en assez grande quantité, soit 20 % environ, comme dans les sables étudiés ci-dessus.

Tableau des indices

Indices Unités	Med	Q ₁	Q ₃	Moy	E
Alpha	3,2	4,5	1,4	2,95	1,55
mm	0,48	0,36	0,73	0,51	0,71

Analyse minéralogique

Teneur en calcaire

La teneur en calcaire est toujours négligeable, de l'ordre de quelques %.

Minéraux lourds

Teneur pondérale

classe I	0,0247 g	soit	0,11 %
" II	0,1274 g	"	0,50 %
" III	0,0576 g	"	2,76 %
Total	0,2097 g	"	0,42 %

Les teneurs globale et partielles en minéraux lourds sont normales et comparables aux teneurs relevées dans les divers échantillons, mais un peu plus faibles cependant.

Liste minéralogique

Epidote	25,5 %
Grenat	35 %
Amphibole	12,5 %
Tourmaline	1,5 %
Zircon	21 %
Rutile	1,5 %
Chloritoïde	1 %
Andalousite	0,5 %
Sillimanite	1 %
Sphène	0,5 %

Dans ce stock minéralogique, c'est le grenat qui devient le minéral le mieux représenté des minéraux usuels. Le zircon, qui reprend une proportion considérable, dénote l'altération profonde du sédiment. Un minéral alpin caractéristique, le chloritoïde,

réapparaît et les minéraux de métamorphisme du Massif Central sont toujours représentés avec de faibles teneurs.

ECHANTILLON DE JASSANS-SAINT BERNARD

Cet échantillon sableux est formé d'une prédominance de grains de quartz présentant toujours le même aspect, c'est à dire que les grains émoussés luisants et les non usés sont toujours en proportions analogues. On remarque ici l'apparition de quelques ronds mats, caractéristiques des sables éoliens. Les feldspaths sont toujours relativement moins abondants que le quartz, et comprennent l'orthose et les plagioclases. Des traces de mica blanc subsistent aussi. On notera encore la présence de quelques petits galets bien arrondis de schistes et de roches vertes. L'ensemble est assez bien roulé.

Analyse granulométrique (Pl. 4, fig. 28)

Courbe de fréquence

La courbe de fréquence, malgré l'allure mieux usée du sédiment, dénote un matériel moins bien trié que dans le cas précédent. On ne retrouve pas le maximum bien accentué des éléments moyens. Ici, ce sont les éléments grossiers qui redeviennent prédominants. Les éléments fins, un peu plus abondants, sont toutefois en très faible quantité malgré la présence d'une proportion analogue de limons.

Tableau des indices

Indices Unités	Med	Q ₁	Q ₃	Moy	E
Alpha	2,5	4,1	0,9	2,5	1,6
mm	0,57	0,39	0,81	0,57	0,7

Analyse minéralogique

Teneur en calcaire : la teneur en calcaire est toujours semblable à elle-même, de l'ordre de quelques %.

Minéraux lourds

Teneur pondérale

classe I	0,0380 g	soit	0,17 %
" II	0,1090 g	"	0,57 %
" III	0,0502 g	"	3,20 %
Total	0,1972 g	"	0,45 %

Les teneurs globale et partielles correspondent bien aux teneurs respectives en minéraux lourds de l'échantillon précédent de Beauregard-Jassans.

Liste minéralogique

Epidote	37 %
Grenat	29,5 %
Amphibole	13 %
Zircon	14 %
Rutile	1,5 %
Andalousite	1 %
Staurotide	2,5 %
Sillimanite	1 %

De nouveau, l'épidote prédomine aux dépens du grenat. Le zircon garde toujours une forte teneur. Le minéral alpin a disparu, mais les minéraux du Massif Central sont encore présents, toutefois avec des pourcentages plus importants.

ECHANTILLON DE PORT-BERNALIN

Le sable du prélèvement de Port-Bernalin garde la même apparence et la même composition que celui des échantillons précédemment cités.

Analyse granulométrique (Pl. 4, fig. 29)

Courbe de fréquence

La courbe de fréquence présente une grande analogie avec celle qui caractérise les sables de Beauregard-Jassans. Cependant, les éléments grossiers et les éléments fins sont ici également représentés. Un maximum assez accusé apparaît au niveau des éléments grossiers qui présentent de ce fait un tri plus poussé que dans le cas précédent. Les éléments fins sont toujours en très faible quantité. Le sédiment ne présente toujours pas un classement très poussé.

Tableau des indices

Indices Unités	Med	Q ₁	Q ₃	Moy	E
Alpha	2,2	4,2	0,8	2,5	1,7
mm	0,61	0,38	0,83	0,57	0,68

Analyse minéralogique

Teneur en calcaire : la teneur en calcaire est analogue à celle qui a été relevée dans les échantillons déjà étudiés.

Minéraux lourdsTeneur pondérale

classe I	0,1001 g	soit	0,53 %
" II	0,2731 g	"	1,48 %
" III	0,1079 g	"	7 %
Total	0,4811 g	"	0,99 %

Ici, les teneurs relevées sont particulièrement fortes, en montrant un accroissement normal des éléments grossiers vers les éléments fins.

Liste minéralogique

Epidote	28,5 %
Grenat	35 %
Amphibole	7 %
Zircon	25 %
Rutile	2,5 %
Chloritoïde	1 %
Sphène	1 %

Dans ce stock minéralogique, nous voyons le zircon reprendre une place très importante, et un minéral alpin apparaître, le chloritoïde. Les Minéraux du Massif Central, andalousite et staurotide font défaut, seul le sphène subsiste en petite quantité.

ECHANTILLON DE PORT-MACON

Cet échantillon a été prélevé dans les sables dragués à la hauteur du club nautique, en amont de Neuville, légèrement en dehors de la feuille de Villefranche au 50.000°. Ce sont des sables tout à fait analogues à ceux déjà étudiés ci-dessus.

Analyse granulométrique (Pl. 4, fig. 30)

Courbe de fréquence

La courbe de fréquence, qui présente des analogies certaines avec les courbes citées plus haut, s'en différencie par le fait qu'une amorce de sélection entre les éléments grossiers et les éléments fins semble apparaître. Chacune de ces deux classes est affectée d'un maximum qui tend à se séparer de l'autre. Les éléments grossiers sont encore prédominants et, comme dans toutes les courbes précédemment étudiées, les éléments fins font presque totalement défaut.

Tableau des indices

Indices Unités	Med	Q ₁	Q ₃	Moy	E
Alpha	2	4,1	0,7	2,4	2,2
mm	0,64	0,39	0,85	0,58	0,61

Analyse minéralogique

Teneur en calcaire : la teneur en calcaire est toujours extrêmement faible, de l'ordre de 2 %.

Minéraux lourds

Teneur pondérale

classe I	0,0301 g	soit	0,15 %
" II	0,0891 g	"	0,49 %
" III	0,0529 g	"	2,97 %
Total	0,1721 g	"	0,44 %

Les pourcentages partiels et globaux redeviennent normaux ici après avoir connu un accroissement important dans la région de Port-Bernalin.

Liste minéralogique

Epidote	31,5 %
Grenat	24,5 %
Amphibole	17,5 %
Zircon	12 %
Rutile	2,5 %
Glaucophane	1 %
Chloritoïde	7 %
Andalousite	0,5 %
Disthène	0,5 %
Topaze	2,5 %

Dans ce stock de minéraux lourds, plus riche en espèces que le précédent, nous notons la présence des deux minéraux alpins caractéristiques, glaucophane et chloritoïde, et la réapparition des minéraux caractéristiques du Massif Central. Le zircon n'est plus en aussi forte proportion, mais il reste le plus important des minéraux accessoires.

RESUME ET CONCLUSION SUR LES ASPECTS PETROGRAPHIQUES,

GRANULOMETRIQUES ET MINERALOGIQUES DES ALLUVIONS DE

FOND DE LA SAONE

Pétrographie

Dans la région étudiée, les alluvions de fond de la Saône sont constituées essentiellement par des sables dits sables de Saône, auxquels s'ajoutent quelques cailloutis de petit diamètre. Ces sables sont formés par un fond principal de grains de quartz et de feldspaths, parmi lesquels l'orthose, qui leur confère leur couleur rose saumon. A ces minéraux s'ajoutent quelques micas, rares, et aussi de petits graviers et cailloutis de roches principalement cristallines, granites ou schistes. L'ensemble est un matériel dont la provenance locale ne peut faire de doute, lorsqu'on a observé les sables et arènes granitiques qui surmontent les assises cristallines du Beaujolais, et dont l'aspect et la composition est analogue. Mais à cet apport latéral du Massif Central s'ajoute un faible apport étranger, repris depuis les formations de la rive gauche, cailloutis et sables ferrugineux des Dombes et alluvions glaciaires et fluvio-glaciaires principalement. Cet apport se manifeste par les quelques galets de calcaire et de quartzite que recèlent les alluvions séquanien- nes, ainsi que par la fraction très faible de calcaire présent dans les sables. En effet, les arènes granitiques de la rive droite en sont totalement dépourvues.

La morphoscopie des grains révèle aussi un transport de faible amplitude, traduisant une origine proche. Leur contour est peu usé, peu roulé et seulement un petit nombre présente un émous-sé luisant caractéristique d'une longue usure dans l'eau. Ainsi, les sables de Saône paraissent être le résultat de trois apports différents :

- Un apport principal de rive droite, local, provenant des arènes granitiques du revers oriental du Massif Central et amené par les ruisseaux qui en descendent. Ce sont des sables quart-zeux et feldspathiques de couleur rose qui vont former la pres-que totalité des alluvions de fond de la Saône dans la région de Villefranche.

- Un faible apport longitudinal, venant de l'amont, représenté par des grains de quartz et de feldspath bien roulés, usés et émous-sés luisants.

- Un faible apport latéral de rive gauche, local, représen-té surtout par les cailloutis quartzeux et calcaires ainsi que par la fraction calcaire des sables.

Granulométrie

La caractéristique granulométrique principale des sables de Saône est leur pauvreté très grande en éléments fins, de dia-mètre inférieur à 0,20 mm. Il faut donc admettre que la compé-tence de la rivière est telle que seuls les grains de diamètre supérieur ou égal à 0,20 mm peuvent se sédimenter et rester sur place en partie lors des crues.

La totalité des sables de Saône est donc constituée par des grains grossiers et moyens, avec une proportion généralement pré-pondérante de grains grossiers. Il en résulte une courbe granulo-métrique assez étalée, et décalée vers cette fraction grossière,

qui s'éloigne sensiblement d'une courbe idéale de distribution. Cette plage étendue est accidentée de plusieurs maxima, au nombre de trois au moins sauf en un seul point, entre Beauregard et Jassans où la courbe tend vers la normale. A part ce point singulier, il ne se dégage aucun maximum principal bien accentué. Les sables sont par conséquent mal triés, mal calibrés et par là confirment le fait que leur provenance est locale. Le court trajet qui les amène du Beaujolais a été insuffisant pour les classer et les distribuer selon la loi qui régit la distribution des sables fluviatiles longuement transportés.

Minéralogie

L'association minéralogique (Pl. 24, fig. 1)

Le stock minéralogique lourd des alluvions de fond de la Saône dans la région de Villefranche est constitué par l'association de 15 minéraux :

- Epidote
- Grenat
- Amphiboles, surtout hornblence verte
 - actinote
 - glaucophane
- Chloritoïde
- Minéraux de métamorphisme : andalousite
 - staurotide
 - disphène
 - sillimanite
- Minéraux résistants : tourmaline
 - zircon
 - rutile
 - topaze
- Sphène

Les minéraux principaux, épidotes et grenats, forment en général la majorité de l'ensemble des minéraux lourds, avec une proportion supérieure à 60 % du total. A ces minéraux principaux, on peut ajouter les amphiboles et le zircon lesquels sont toujours présents dans le sédiment, en proportions moindres cependant.

L'association épidotes, grenat, amphiboles qui est l'association minéralogique de base des sables de la région lyonnaise, représente ici en moyenne 75 % de l'ensemble des minéraux lourds.

Le zircon, minéral résistant, caractéristique des alluvions ayant subi une longue altération, a une proportion inhabituelle dans les sables de la Saône, telle qu'il devient un minéral fondamental. Son pourcentage moyen oscille autour de 18 %, avec une pointe à 30 % dans l'échantillon de Montmerle. On peut donc affirmer que le zircon est un minéral fondamental caractéristique des sables de la Saône dans la région de Villefranche.

Un autre minéral caractéristique de ces sables, sans être fondamental, est le rutile, qui se retrouve dans tous les prélèvements étudiés, bien que sa teneur soit seulement voisine de 2 %.

Les minéraux du cortège alpin, le glaucophane et le chloritoïde, existent dans plusieurs échantillons⁽⁴⁾ avec une faible teneur, ne dépassant pas 2 %, sauf en ce qui concerne Port-Maçon à l'extrémité S de la feuille. En cet endroit, l'enrichissement en minéraux alpins est très fort puisqu'il atteint 8 %. Cela est certainement dû au fait que, peu à l'amont, l'affluent rive gauche de la Saône "le Grand Ruisseau", entaille les alluvions fluvioglaciaires de Parcieux, issues des moraines de Civrieux, lesquelles contiennent ces éléments alpins.

Enfin les minéraux de métamorphisme, qui proviennent du Massif Central, sont également bien représentés dans les alluvions de fond de la Saône. L'andalousite est le plus fréquent, mais sa teneur est toujours très faible, 1 % environ. Le staurotide et le disthène existent également, la sillimanite est rare.

Variation de l'association minéralogique du N au S

(Pl. 24, fig. 2)

Dans cette association minéralogique des sables de fond de la Saône, il est possible de distinguer deux complexes de minéraux principaux complémentaires. Le complexe le plus important est celui formé par l'épidote et le grenat, le second complexe se rapporte à l'amphibole et au zircon.

De Montmerle à Port-Maçon, la variation de la teneur en épidote suivant les échantillons étudiés montre un graphique en dents de scie dont la moyenne se situe aux environs de 30 %. De même, le graphique de la variation de la teneur en grenat est une ligne en dents de scie. On remarquera tout de suite qu'à un maximum de la teneur en épidote correspond un minimum de la teneur en grenat. Il en résulte que la courbe de la somme des pourcentages en épidote et en grenat présente des variations minimales par rapport aux courbes des pourcentages individuels, et que cette somme est sensiblement constante en tous les points d'échantillonnage : un peu au-dessus de 60 % sauf à Montmerle.

De la même façon, le complexe amphibole-zircon présente les mêmes variations. A un maximum de la teneur en amphibole correspond un minimum de la teneur en zircon, sauf pour l'échantillon de Montmerle. Ici, la moyenne du pourcentage de chaque minéral oscille autour de 15 %, soit la moitié du pourcentage des minéraux précédents, épidote et grenat.

On remarquera aussi le parallélisme des courbes relatives au grenat et au zircon d'une part, à l'épidote et à l'amphibole d'autre part. Encore une fois, l'échantillon de Montmerle fait exception à la règle en ce qui concerne le groupe grenat-zircon.

Il apparaît, d'après ce graphique, que la distribution des minéraux ne semble pas être le fait du hasard. Il y a certaines

lois de complémentarité et de parallélisme entre les quatre minéraux principaux, qui régissent la répartition des minéraux lourds des sables de Saône dans la portion du cours étudiée. Nous avons ainsi deux groupes de minéraux complémentaires et deux groupes de minéraux parallèles qui sont :

Minéraux complémentaires :

Epidote + Grenat	60 %
Amphibole + Zircon	30 %

Minéraux parallèles :

Epidote + Amphibole	45 %
Grenat + Zircon	45 %

Variation de la teneur en minéraux lourds d'après la classe

Si l'on excepte la classe I, celle des minéraux grossiers de diamètre compris entre 0,50 et 0,31 mm, et dont l'altération rend la détermination impossible le plus souvent, les variations de teneur entre les classe II et III peuvent être considérables pour certaines espèces minérales. Pl. 24, fig. 3, sont représentées graphiquement les variations de la teneur des minéraux principaux.

Epidote et Grenat :

Tout d'abord, on peut remarquer que la teneur reste sensiblement constante du N au S, sans montrer une tendance à croître ou à décroître dans quelque sens que ce soit. On peut en déduire l'homogénéité du stock de ces minéraux lourds sur toute la longueur du cours étudié. Le fait principal est que la classe III, celle des minéraux fins, est la plus riche généralement, sauf à Port-Rivière plage en ce qui concerne l'épidote et le grenat. Contrairement à ce qui se passait pour la variation de l'association minéralogique, c'est Port-Rivière plage qui est le point sin-

gulier pour la variation de la teneur en minéraux lourds fondamentaux.

Autres minéraux lourds :

En ce qui concerne l'amphibole, nous observons le même phénomène, à savoir que la fraction fine III est toujours plus riche que la fraction moyenne II, sauf en ce point singulier qu'est Port-Rivière plage.

Le zircon est un minéral dont la répartition est particulière en ce sens qu'il se trouve concentré exclusivement dans la fraction fine III du sable de Saône dans six des échantillons étudiés. La seule exception, qui concerne encore l'échantillon de Port-Rivière plage, révèle que 4,5 % du zircon figure dans la classe moyenne II. Le zircon est donc, et de façon absolue, un minéral des sables fins dans la portion du cours de la Saône dont il est question.

Les minéraux caractéristiques du cortège alpin, glaucophane et chloritoïde, sont répartis indifféremment dans les deux classes selon les échantillons auxquels ils appartiennent, avec toutefois une prédominance en ce qui concerne la classe fine III lorsque leur abondance est grande (par exemple à Port-Maçon).

Enfin les minéraux de métamorphisme, andalousite, staurotide, disthène, sillimanite, ont une distribution par classe indifférenciée, de même que le rutile.

La composition minéralogique des sables de Saône dans la région de Villefranche révèle, mis à part quartz et feldspaths, la complexité de l'alluvionnement au cours de l'époque wurmienne et post-wurmienne. Elle est caractérisée par un fond composé de quatre minéraux lourds principaux qui sont, dans l'ordre de leur importance : l'épidote et le grenat, le zircon et l'amphibole. Parmi les minéraux résistants, le rutile, qui figure avec une faible teneur dans tous les échantillons étudiés, semble faire également partie des minéraux fondamentaux des alluvions de fond de

la Saône. A cette association de base s'ajoutent localement les minéraux caractéristiques du cortège alpin, le glaucophane et le chloritoïde, ainsi que les minéraux de métamorphisme dont l'origine est le Massif Central tout proche et qui sont, par conséquent, mieux représentés que les précédents, sans toutefois jamais atteindre une grande proportion.

C O N C L U S I O N

HISTOIRE GEOLOGIQUE RECENTE DE LA REGION DE VILLEFRANCHE

Au Pliocène, la mer qui occupait l'actuelle vallée du Rhône n'a pas dépassé vers le N la latitude de Givors. De Givors à Lyon existait un seuil continental au N duquel s'étendait un immense lac, dit lac de Bresse.

Les sédiments continentaux les plus anciens connus sur le territoire de la feuille de Villefranche au 50.000° datent du Pliocène inférieur. Ce sont des marnes, généralement bleues, quelquefois bariolées, accompagnées de sables, qui affleurent en divers points. Delafond et Depéret y ont reconnu trois assises distinctes qu'ils nomment successivement : zone de Mollon, zone de Condal et zone d'Auvillars. Les affleurements reconnus dans la région de Villefranche appartiennent à la zone moyenne, ou zone des marnes et sables de Condal. C'est la plus étendue des trois assises du Pliocène inférieur bressan, dont l'épaisseur totale est évaluée à plusieurs centaines de mètres.

Les déformations qui ont contribué à l'individualisation de la cuvette bressane aboutissent, après le dépôt des marnes et sables de Condal, au retrait du lac vers le N où se sédimente la troisième assise argileuse, dite d'Auvillars, de faible étendue.

Au Pliocène moyen, la sédimentation marque un brusque changement. Sous un climat chaud et relativement sec, il se produit d'abord une intense érosion linéaire des marnes de Bresse, qui aboutit à la formation d'une vallée fluviale préfigurant l'actuelle vallée de la Saône. Cette vallée va être progressivement

comblée par des sables dont il subsiste quelques témoins discontinus, et qui sont les sables de Trévoux et de Montmerle. Leur origine est complexe ; ils proviennent pour partie de sables repris de sédiments d'origine alpine, et plus accessoirement du Massif Central. Ces sables renferment une importante faune de mammifères, analogue à la faune de Montpellier, ainsi qu'une faune de mollusques gastéropodes communs à tout le Pliocène.

Le Pliocène supérieur, représenté par les cailloutis et sables ferrugineux des Dombes, procède d'un mode de formation tout différent, conséquence de l'évolution progressive du climat. Cette évolution est caractérisée sans doute par un accroissement des précipitations atmosphériques, la température ne changeant guère. Le climat, alors, peut être comparé à celui qui régnait en Afrique pendant les périodes dites "pluviales", lesquelles correspondent aux périodes glaciaires d'Europe. Le matériel sédimenté devient grossier, essentiellement caillouteux et graveleux, mis en place par un vaste écoulement en nappe qui recouvre toute la surface du plateau dombiste, sur une faible épaisseur. La seule faune connue de cette période comprend le Rhinoceros leptorhinus et un mastodonte indéterminé. C'est avec cet alluvionnement que se termine l'histoire pliocène de la région.

Le début du Quaternaire fut marqué par une tendance très nette au refroidissement, tandis que la pluviosité restait sensiblement égale à ce qu'elle était au Pliocène supérieur. Ces deux facteurs, agissant conjointement, déterminèrent une première crue glaciaire, peu importante, les glaciers restant cantonnés dans les hautes vallées alpestres. Néanmoins, les alluvions fluvioglaciaires s'étendirent fort loin à l'aval, jusque dans la région lyonnaise. Ce sont les alluvions jaunes sensu stricto, qui occupent toute la surface du rebord méridional du plateau dombiste, au S d'une ligne Neuville sur Saône-Meximieux. Ils n'affleurent donc pas sur la feuille de Villefranche au 50.000°. Après ces dépôts, les déformations, marquées surtout au bord sud de la Dombes, affectèrent ces alluvions jaunes de telle sorte

qu'actuellement leur altitude est supérieure à celle des cailloutis et sables ferrugineux des Dombes plus anciens.

Ce fut ensuite l'époque des grandes avancées glaciaires. On ne connaît pas, dans la région de Villefranche, de témoins des glaciations de Günz, non plus que de Mindel. On s'accorde généralement à reconnaître que c'est la glaciation rissienne qui s'est avancée le plus loin des Alpes, jusqu'à recouvrir toute la plaine du Bas Dauphiné et les Dombes pour venir buter contre le plateau lyonnais. Mais, dans les limites de la feuille de Villefranche au 50.000^e, jamais le front glaciaire n'a dépassé la Saône. Le témoin en est l'arc morainique externe dans lequel, entre Neuville et Ars, il a été possible de distinguer trois phases de progression, traduisant trois oscillations successives du glacier. Ce sont la phase des moraines de Pouilleux, la plus ancienne, puis celle des moraines d'Ars, et enfin la dernière phase des moraines de Civrieux-Bernoud.

La glaciation wurmienne, la dernière de l'ère quaternaire, est restée très en retrait de la région étudiée.

Pendant la dernière phase du Riss, les moraines et leurs alluvions fluvio-glaciaires ont obstrué la vallée de la Saône dans la région de Neuville-Rochetaillée. Ce barrage naturel entraîna la formation d'un lac glaciaire occupant la dépression fluviale, dans lequel s'est effectué une active sédimentation argileuse. Ces argiles ont été retrouvées dans le soubassement de la terrasse de Villefranche, à Villefranche même et dans la vallée de la Vauxonne, ainsi que dans le sondage de Messimy. C'est à ce moment que s'est produit l'édification de la terrasse de 225-230 m.

Après le retrait du front glaciaire rissien, pendant la période interglaciaire précédant le Wurm, la Saône connut des périodes de creusement et d'alluvionnement successifs. De cette période interglaciaire datent la plupart des terrasses reconnues sur la feuille de Villefranche. La plus élevée est celle de 200 m,

soit 30 m au-dessus de l'étiage, puis celle de 185 m ou 15 m au-dessus de l'étiage. A la fin de cette période tempérée eut lieu l'édification de la terrasse de 175 m, dite terrasse de Villefranche, célèbre par son gisement de mammifères et de silex taillés. Enfin, au début du Wurm, avant la phase d'avancée maximale des glaciers, eut lieu la formation de la très basse terrasse de 170 m.

L'époque wurmienne, dans la région de Villefranche, est connue uniquement par les loess qui recouvrent toutes les terrasses précitées, ainsi que les moraines et cônes fluvio-glaciaires rissiens. On suppose que les alluvions de fond de vallée, qui ont livré des restes de mammoth, sont également de cette époque. S'il en était ainsi, ces alluvions de fond correspondraient chronologiquement aux cailloutis de la terrasse de Villeurbanne, laquelle domine la Saône de 15 m. Ainsi, les mouvements d'affaissement de la cuvette bressane se seraient poursuivis après le Wurm, pendant la période holocène, et rien ne permet de penser qu'ils ne continuent pas actuellement.

B I B L I O G R A P H I E

- ALIMEN H. (1949) - Indications climatiques repérables dans les couches moustériennes de la Quina (Charente). Sédimentation et Quaternaire, LED-SAM, ed., Bordeaux, p. 159-170, 1 fig., 2 pl.
- (1954) - Colorimétrie de sédiments quaternaires et paléoclimats. Premiers résultats. Bull. Soc. géol. France, 6^o sér., vol. 4, p. 609-619, 3 fig.
- (1955) - Préhistoire de l'Afrique. Boubée ed., Paris, 1 vol. in 8^o, 578 p., 155 fig., V tab., XXV pl., III pl. coul.
- ARCELIN A. (1877) - Les formations tertiaires et quaternaires des environs de Mâcon. Ann. Acad. Mâcon, t. 1, p. 5-37.
- (1901) - La vallée inférieure de la Saône à l'époque quaternaire. Bull. Soc. Sci. Nat. Saône et Loire, Châlon sur Saône, Nouvelle série, t. VII, n^o 11-12, p. 166-198, 4 fig., 1 pl., 1 tab.
- ASSADA I. (1912) - Etude morphologique sur les terrasses des environs de Lyon. C.R. Acad. Sci., t. 155, p. 1196-1197.
- (1913) - Les niveaux du Plateau Lyonnais. Essai de raccordement avec les hautes terrasses du Mont Ceindre. C.R. Acad. Sci., t. 156, p. 1187-1190.
- BAULIG H. (1935) - Sur le climat des époques glaciaires. Ann. Géogr., XLIV, p. 561-573.
- (1948) - Sixième rapport de la commission pour l'étude des terrasses pliocènes et pléistocènes : problèmes des terrasses. Union Géogr. Inter., Louvain, 109 p., suivi de : Eclaircissements et répliques, 16 p.
- (1949) - Dénudation quaternaire et dénudation pliocène. Ann. Géogr., LVIII, p. 145-146.

- BAULIG H. (1952) - Essai d'une théorie des terrasses fluviales. Bull. Soc. belge Etudes Géogr., n° 1, p. 69-96.
- (1953) - Les hauts niveaux de base du Pliocène. Rev. Géogr. et Doc. Univ. Lyon, vol. XXVIII, p. 205-221.
- BEROUD J.M. (1906) - Age de la terrasse quaternaire de Villefranche sur Saône. C.R. Ass. Fr. Avanc. Sci., Congrès Lyon, p. 587-603, 1 fig.
- (1909-10) - Notes géologiques sur les sables de Trévoux, la vallée de la Saône et le plateau des Dombes. Bull. Ségusia, n° 20, 22, 23, 24, p. 1-19, 3 fig.
- (1909) - Histoire de la vallée de Villefranche. Bull. Ségusia, n° 22, p. 5-8.
- BLANCHARD R. (1923) - Sur les terrasses d'obturation glaciaire. C.R. Acad. Sci., t. 176, p. 457-459.
- BOISTEL A. (1898) - Quel est l'agent de transport des cailloutis alpins dans le Pliocène supérieur de la Dombes et de la Bresse. Bull. Soc. géol. Fr., 3° sér., vol. 26, p. 57-81, 3 fig.
- (1898) - Observations à la suite de la note de M. Depéret sur les cailloutis alpins de la Bresse. Bull. Soc. géol. Fr., 3° sér., vol. 26, p. 424.
- (1902) - Les cailloutis des Dombes dans l'anse du Bugey. Caractères distinctifs des cailloutis pliocènes et des cailloutis pleistocènes dans le bassin moyen du Rhône. Origine des quartzites superficiels du Bas-Bugey. Bull. Soc. géol. Fr., 4° sér., vol. 2, p. 127-157.
- BORDES F. (1949) - Loess et cailloutis : le complexe loessique, phénomène cyclique. Sédimentation et Quaternaire, LED SAM ed., Bordeaux, p. 173-181.
- (1950) - Sur des phénomènes de cryoturbation observés dans les loess du Bassin de Paris. C.R. Som. Soc. géol. Fr., 5° sér., vol. 20, n° 3, p. 35-38.
- BOURCART J. (1947) - Considérations théoriques sur l'origine des terrasses fluviales. Bull. Soc. géol. Fr., 5° sér., vol. 17, p. 395-402.

- BOURDIER F. (1939) - Les moraines du Wurm, du Riss et du Mindel en Bas-Dauphiné, leurs caractères distinctifs et leurs corrélations probables avec certains dépôts à industrie humaine. C.R. Acad. Sci., t. 208, p. 530-532.
- (1939) - Existence de nombreuses zones d'altération dans les anciens loess de la vallée du Rhône. Rev. Géogr. et Doc. Univ. Lyon, vol. XV, p. 97-100.
- (1942) - Essai de chronologie du Quaternaire ancien. C.R. Acad. Sci., t. 215, p. 422-424.
- (1942) - Essai de chronologie du Quaternaire moyen et supérieur. C.R. Acad. Sci., t. 215, p. 472-475.
- (1943) - Les glaciations et la chronologie préhistorique. Bull. Soc. Préhist. Fr., p. 259-276, 2 fig.
- (1946) - Les caractères distinctifs de chaque glaciation alpine d'après les couvertures de loess et les sols d'altération, in la Géologie des terrains récents dans l'Ouest de l'Europe. Sess. extraord. belges de Géologie, Bruxelles, p. 332-347.
- (1947) - Corrélations, par la pédologie, entre les glaciations alpines et quelques faunes et industries préhistoriques du Quaternaire européen. C.R. Acad. Sci., t. 224, p. 1025-1027.
- (1949) - Existence de plusieurs glaciations antewurmiennes dans les Dombes. C.R. som. Soc. géol. Fr., 5^e sér., vol. 19, n^o 13, p. 283-284.
- (1950) - Essai sur l'évolution climatique du bassin du Rhône pendant le Quaternaire. C.R. som. Soc. Biogéogr., n^o 237, p. 130-136.
- (1952) - Morphologie et Pédologie à propos de la Bièvre-Valloire (Bas-Dauphiné). Rev. Géogr. Alpine, t. XL, fasc. 3, p. 457-461.
- (1954) - Remarques sur les faunes froides du Quaternaire français antérieures au Wurm. C.R. som. Soc. géol. Fr., n^o 4, p. 76-80.
- (1958) - Le Bassin du Rhône au Quaternaire. Géologie et Préhistoire. Thèse Paris, 419 p., 293 fig.

- BOURDIER F., COMBIER J. & GAUTHIER H. (1952) - Présence du Renne dans des alluvions anté-wurmiennes de la basse vallée de l'Isère. C.R. Acad. Sci., t. 235, p. 514-516.
- BOURDIER F. & GAUTHIER H. (1953) - La très basse terrasse de Villefranche sur Saône ; faune, industrie et position géologique. Ann. Univ. Lyon, 3^o sér., section C, fasc. VII, p. 31-50, 5 fig.
- CAILLEUX A. (1937) - Actions éoliennes périglaciaires en France. C.R. som. Soc. Géol. Fr., 5^o sér., vol. 7, n^o 12, p. 177-179.
- (1942) - Les actions éoliennes périglaciaires en Europe. Thèse Paris, Soc. géol. Fr., 176 p., 27 fig., 5 pl.
- (1947) - L'indice d'émoussé : définition et première application. C.R. som. Soc. géol. Fr., 5^o sér., vol. 17, n^o 13, p. 250-252.
- (1950) - Ecoulements liquides en nappes et aplanissements. Rev. Géomorph. Dyn., 1^o année, n^o 6, p. 243-270, 5 fig., 1 tab.
- (1951) - Interprétation climatique des éolisations pliocènes et quaternaires en France. C.R. som. Soc. géol. Fr., 6^o sér., vol. 1, n^o 3, p. 44-46.
- CAILLEUX A. & TRICART J. (1950) - Un type de solifluction : les coulées boueuses. Rev. Géomorph. Dyn., n^o 1, p. 4-46, 15 fig.
- CHANTRE E. (1885) - L'époque glaciaire et les anciens glaciers des Alpes. Rev. Astronomie, p. 1-8.
- (1901) - L'Homme quaternaire dans le Bassin du Rhône. Etude géologique et anthropologique. Ann. Univ. Lyon, Nouvelle sér., 1, Sci. Méd., fasc. 4, 189 p., 74 fig.
- (1904) - Nouvelles observations sur le dépôt quaternaire acheuléo-moustérien de Villefranche sur Saône. Bull. Soc. Anthropol. Lyon, t. 23, p. 157.
- CHAPUT E. (1924) - Deux types de nappes alluviales : terrasses monogéniques et terrasses polygéniques. C.R. Acad. Sci., t. 178, p. 2187-2188.

CORBEL J. (1945) - Les problèmes de la Géographie physique de la Dombes. D.E.S. Lyon, 120 p. avec croquis et photos.

- (1953) - Les Dombes, la terre, l'eau et l'homme. Bull. Soc. Naturalistes et Archéologues de l'Ain, n° 67, p. 91-107, 7 fig.

DARESTE de la CHAVANNE J. (1940) - Observations sur quelques particularités de l'hydrographie de la Dombes et du sud de la Bresse. Rev. Géogr. et Doc. Univ. Lyon, t. XVI, fasc. 1, p. 69-74.

DELAFOND F. (1885) - Note sur les sables à Mastodon arvernensis de Trévoux et de Montmerle (Ain). Bull. Soc. géol. Fr., 3° sér., vol. 13, p. 161-165, 1 fig.

- (1887) - Note sur les tufs de Meximieux. Bull. Soc. géol. Fr., 3° sér., vol. 15, p. 62-65, 1 fig.

- (1887) - Note sur les Alluvions anciennes de la Bresse et des Dombes. Bull. Soc. géol. Fr., 3° sér., vol. 15, p. 65-80, 3 fig.

- (1889) - Note sur les terrains d'alluvions des environs de Lyon. Bull. Serv. Carte géol. Fr., t. 1, n° 2, 9 p., 4 fig.

- (1891) - Nouvelles subdivisions dans les terrains bressans. Bull. Serv. Carte géol. Fr., t. II, n° 12, p. 57-61.

DELAFOND F. & DEPERET C. (1894) - Les terrains tertiaires de la Bresse et leurs gîtes de lignites et de minerais de fer. Etude des gîtes minéraux de la France, in 4°, Impr. Nat. Paris, 332 p., 58 fig., 19 pl., 1 carte.

DENIZOT G. (1923) - Contributions à l'étude du Quaternaire de France. Bull. Soc. géol. Fr., 4° sér., vol. 23, p. 384-430, 5 fig.

- (1933) - Observations sur la glaciation quaternaire et les terrasses de la région lyonnaise. Bull. Soc. géol. Fr., 5° sér., vol. 3, p. 555-582, 5 fig.

- (1939) - Le problème des terrasses rhodaniennes. Rev. Géogr. et Doc. Univ. Lyon, vol. XV, p. 119-134, 1 fig.

- DENIZOT G. (1948) - Sur les relations fluvio-glaciaires dans la vallée du Rhône. C.R. som. Soc. géol. Fr., 5^o sér., vol. 18, n^o 12, p. 240-241.
- (1949) - Coordination du Quaternaire en France. Bull. Soc. géol. Fr., 5^o sér., vol. 19, p. 223-244, 4 fig., 1 tab.
- DEPERET C. (1884) - Note sur quelques mammifères des alluvions préglaciaires de Sathonay, in Fontannes (1884): Etude sur les alluvions pliocènes et quaternaires du plateau de la Bresse dans les environs de Lyon. F. Savy éd. Paris, p. 31-37.
- (1889) - Sur l'âge des sables de Trévoux. C.R. Acad. Sci., t. 108, p. 203-204.
- (1892) - Sur la découverte de silex taillés dans les alluvions quaternaires à Rhinoceros mercki de la vallée de la Saône à Villefranche. C.R. Acad. Sci., t. 115, p. 328-330.
- (1894) - Compte rendu de l'excursion du mercredi 22 août à Sathonay, Trévoux et Villefranche. Bull. Soc. géol. Fr., 3^o sér., vol. 22, p. 622-628, 2 fig., 1 pl.
- (1895) - Sur l'âge de la terrasse quaternaire de Villefranche. C.R. som. Soc. géol. Fr., 3^o sér., t. 23, n^o 17, p. 120-192.
- (1898) - Sur l'origine des cailloutis pliocènes alpins de la partie méridionale de la Bresse. Bull. Soc. géol. Fr., 3^o sér., vol. 26, p. 422-424.
- (1913) - L'histoire fluviale et glaciaire de la vallée du Rhône aux environs de Lyon. C.R. Acad. Sci., t. 157, p. 522-535 et 564-568.
- (1918-1921) - Essai de coordination chronologique générale des temps quaternaires. C.R. Acad. Sci., t. 166, p. 480-486
" , p. 636-641
" , p. 884-889
t. 167, p. 418-423
" , p. 979-984
t. 168, p. 868-872
t. 170, p. 159-164
t. 171, p. 212-218
t. 174, p. 1502-1505
" , p. 1594-1597

- DOLLFUS G.F. (1897) - Sondage de Villefranche sur Saône. Bull. Soc. géol. Fr., 3^o sér., vol. 25, p. 444-448.
- FALLOT P. & FAURE-MURET A. (1950) - Formations glaciaires et dépôts aberrants des feuilles Saint Etienne de Tinée et le Boréon (Alpes Maritimes). Travaux Scientifiques du C.A.F., Paris, 44 p., 6 pl.
- FALSAN A. & CHANTRE E. (1879-1880) - Monographie géologique des anciens glaciers et du terrain erratique de la partie moyenne du Bassin du Rhône. Ann. Soc. Agric., Hist. Nat. et Arts Utiles de Lyon, 4^o sér., t. VII, X et 5^o sér., t. I, 1394 p., 145 fig., 6 cartes.
- FALSAN A. & LOCARD A. (1866) - Monographie géologique du Mont d'Or lyonnais et de ses dépendances. F. Savy éd., Paris, 499 p., 4 pl.
- FONTANNES F. (1884) - Note sur les alluvions anciennes des environs de Lyon. Bull. Soc. géol. Fr., 3^o sér., vol. 13, p. 59-65.
- (1884) - Etude sur les alluvions pliocènes et quaternaires du plateau de la Bresse dans les environs de Lyon. F. Savy éd., Paris, 30 p., 14 fig.
- (1885) - Transformations du paysage lyonnais pendant les derniers âges géologiques. Imp. Pitrat aîné, Lyon, 21 p.
- (1887) - Note sur les terrains traversés par le tunnel de Collonges à Lyon Saint-Clair, Imp. Pitrat aîné, Lyon, 25 p., 5 fig.
- GAILLARD C. (1898) - Sur l'âge des graviers quaternaires de Villefranche (Rhône). C.R. Acad. Sci., t. 126, p. 447-448.
- GERMAIN L. (1912) - Etude sur les mollusques terrestres et fluviatiles de quelques formations quaternaires des bassins du Rhône et du Rhin. Arch. Mus. Hist. Nat. Lyon, t. XI, 166 p., 6 pl.
- GAUTHIER H. (1953) - Contribution à l'étude géologique des formations post-liasiques des bassins du Dadès et du Haut Todra (Maroc méridional). Thèse Paris, 212 p., 28 fig., 16 pl.
- GIGNOUX M. (1960) - Géologie stratigraphique. 1 vol. in 8^o, Masson éd. Paris, 738 p., 155 fig.

- GIGNOUX M. & BOURDIER F. (1937) - Histoire de l'ancien glacier du Rhône à sa sortie du bassin de Genève. C.R. Acad. Sci., t. 204, p. 310-312.
- GIGOUT M. (1960) - Sur le Quaternaire fluvio-glaciaire de la Bièvre-Valloire. C.R. Acad. Sci., t. 250, n° 3, p. 564-566, 1 fig.
- (1960) - Sur les glaciations aux environs de Lyon. C.R. Acad. Sci., t. 250, n° 26, p. 4389-4391, 1 fig.
- GRAINDOR M. & BOURDIER F. (1950) - Les limons quaternaires de la région de Rouen et leurs relations possibles avec ceux du bassin du Rhône. C.R. som. Soc. géol. Fr., 5° sér., vol. 20, n° 7, p. 107-110.
- GOURC J. (1936) - La méthode pollénanalytique et son application à l'étude des temps post-glaciaires. Analyse du marais des Echets (Ain). Rev. Géogr. et Doc. Univ. Lyon, vol. XII, n° 1-2, p. 63-81, 3 fig.
- JOURNAUX A. (1949) - Observations sur les dépôts glaciaires des régions d'Ambérieu et d'Izernore (Ain). C.R. som. Soc. géol. Fr., 5° sér., vol. 19, n° 16, p. 372-373.
- (1956) - Les plaines de la Saône et leurs bordures montagneuses. Beaujolais, Mâconnais, Côte d'Or, Plateaux de la Haute-Saône, Jura Occidental. Etude morphologique. Thèse Paris, 529 p., 111 fig., 35 photos, 4 pl.
- LATREILLE G. (1959) - Etude sédimentologique des sables molassiques miocènes de la région lyonnaise. Thèse 3° cycle, Lyon, 118 p., 47 fig.
- de LAMOTHE (1901) - Etude comparée des systèmes de terrasses des vallées de l'Isère, de la Moselle, du Rhin et du Rhône. Preuves que leur formation est due à des oscillations eustatiques du niveau de base. Bull. Soc. géol. Fr., 4° sér., vol. 1, p. 297-383, 17 fig., 4 tab.
- (1903) - Sur le passage du Rhin par la vallée du Doubs et la Bresse pendant le Pliocène. C.R. Acad. Sci., t. 137, p. 389-391.
- (1915) - Les anciennes nappes alluviales et les terrasses du Rhône et de l'Isère dans la région de Valence. Bull. Soc. géol. Fr., 4° sér., vol. 15, p. 3-89, 5 fig., 1 tab.

- de LAMOTHE (1921) - Les anciennes nappes alluviales de la vallée du Rhône en aval de Lyon. Bull. Soc. géol. Fr., 4^o sér., vol. 21, p. 97-115.
- LEBEAU R. (1954) - Les formes mineures du relief sous-glaciaire. Rev. Géogr. et Doc. Univ. Lyon, vol. XXIX, fasc. 3, p. 227-256, 13 fig. et fasc. 4, p. 317-334, 5 fig.
- LEFAVRAIS RAYMOND A. (1961) - La Bresse et le Bas-Dauphiné au Tertiaire. Bull. Soc. géol. Fr., 7^o sér., vol. 3, n^o 1, p. 82-89, 7 fig.
- LOCARD A. (1879) - Description de la faune malacologique des terrains quaternaires des environs de Lyon. Lyon-Paris in 8^o, 207 p., 38 fig.
- (1880) - Nouvelles recherches sur les argiles lacustres des terrains quaternaires des environs de Lyon. Ann. Soc. Agr. Lyon, in 8^o, 37 p.
- MALYCHEFF V. (1929-1933) - Le loess. Rev. Géogr. phys. et Géol. dyn., t. II, fasc. 2, 1929, p. 147-182, 1 fig., 4 pl., 5 tab.
t. III, fasc. 4, 1930, p. 379-398, 1 fig., 2 pl.
t. IV, fasc. 3, 1931, p. 263-281, 1 fig.
t. V, fasc. 3, 1932, p. 323-361, 2 fig.
t. VI, fasc. 2, 1933, p. 131-164, 1 fig.
- (1936) - Sur l'existence d'un loess neorissien dans la région lyonnaise. C.R. som. Soc. géol. Fr., n^o 12, p. 207-209.
- MARTIN J.B. (1933) - La Côtitière du Rhône entre La Valbonne et Lyon. Ann. Soc. Emulation de l'Ain, Bourg, in 8^o, 189 p., 16 fig.
- (1933) - La région de Sathonay. Géologie et Géographie physique. L'Echo de Sathonay-Camp, Sathonay, 85 p., 11 fig.
- (1935) - Etude sur les loess de la région lyonnaise. Bull. Sect. Géogr. Com. Trav. hist. et scient., Impr. Nat., Paris, 26 p.
- (1936) - Sur quelques vissicitudes du lac bressan. Bull. Soc. Naturalistes et Archéologues de l'Ain, Berthod imp., Bourg, p. 47-53.
- MAZENOT G. (1950) - Un nouveau gisement de coquilles remaniées dans les alluvions jaunes villafranchiennes du plateau dombiste. C.R. som. Soc. géol. Fr., 5^o sér., vol. 20, n^o 3, p. 46-48.

- MAZENOT G. (1950) - Feuille de Lyon au 50.000°. Extrémité Sud Ouest du plateau de la Dombes : le terrain glaciaire ; ses rapports avec les terrains sous et sus-jacents ; rapports réciproques du loess et du lehm. Bull. Serv. Carte géol. Fr., t. 48, n° 231, p. 131-141.
- (1951) - La faune malacologique des deux loess d'Ars (Ain). C.R. som. Soc. géol. Fr., 6° sér., vol. 1, n° 12, p. 199-201.
- (1951) - Découverte, à Lyon, d'un faciès lacustre du loess récent. Rev. Géogr. et Doc. Univ. Lyon, vol. XXVI, p. 190-202, 3 fig., 1 tab.
- (1953) - Révision des faunes malacologiques du loess de l'extrémité Sud-Ouest du plateau dombiste. Ann. Univ. Lyon, 3° sér., sect. C, t. VII, p. 67-108, 4 fig., 2 tab.
- (1953) - Sur les conditions climatiques de formation de la terrasse dite préglaciaire aux environs de Lyon. Bull. Soc. géol. Fr., 6° sér., vol. 3, p. 399-405, 1 fig., 2 pl.
- (1953) - Révision de la faune malacologique du loess du Bas-Dauphiné et de ses abords. Bull. Soc. Lin. Lyon, 22° année, n° 7, p. 171-176.
- (1954) - Recherches sur les mollusques du loess wurmien dans la vallée de la Saône (rive droite) entre Lyon et Mâcon. Bull. Soc. Lin. Lyon, 23° année, n° 8, p. 217-227.
- (1956) - Recherches sur les faunes malacologiques du loess récent wurmien et de divers limons terrestres holocènes dans le Sud-Est de la France. Bull. Soc. Lin. Lyon, n° 1, 2 et 3, p. 9-85.
- (1956) - Sur les loess wurmiens du SE de la France, réponse à une note de M.F. Bourdier. C.R. som. Soc. géol. Fr., 25° année, n° 8, p. 108-110.
- (1957) - Recherches géologiques sur les éboulis du Mont d'Or lyonnais. Bull. Soc. Lin. Lyon, 26° année, n° 2, p. 24-30.
- PELLETIER M. (1946-47) - Géologie des pays de l'Ain. I- Bresse et Dombes. Bull. Soc. Naturalistes et Archéologues de l'Ain, n° 60, p. 120-142, et n° 61, p. 47-69.

- PENCK A. & BRUCKNER E. (1907) - Les Alpes françaises à l'époque glaciaire. Trad. Shandel, Trav. Lab. Geol. Univ. Grenoble, t. 8, p. 111-257.
- RAFFIN J. (1930) - Révision de la feuille de Bourg au 80.000°. Bull. Serv. Carte géol. Fr., t. 34, n° 177, p. 24-34.
- RICHE A. (1888) - Note sur la constitution géologique du plateau lyonnais et particulièrement sur les dépôts d'alluvions le recouvrant. Bull. Soc. géol. Fr., 3° sér., vol. 16, p. 268-282, 3 fig.
- ROMAN F. (1926) - Géologie lyonnaise. P.U.F., Paris, 356 p., 56 fig.
- (1929) - Elephas primigenius à Limas, près Villefranche C.R. som. Soc. géol. Fr., n° 16, p. 239.
 - (1931) - Observations sur le Tertiaire de la rive droite de la Saône entre la vallée de l'Azergues et Mâcon. Bull. Soc. géol. Fr., 5° sér., vol. 1, p. 711-720.
 - (1931) - Nouvelles observations sur le sous-sol de la ville de Lyon. Rev. Géogr. et Doc. Univ. Lyon, t. VII, n° 4, p. 349-401, 10 fig.
- RUSSO P. (1945) - Les terrasses de la Brévenne, de la Turdine et de l'Azergues. Rev. Géogr. et Doc. Univ. Lyon, t. XX, p. 138-147, 3 fig.
- (1947) - Terrasses alluviales dans le bassin du Rhône (au sujet d'une note de M. Tricart). C.R. som. Soc. géol. Fr., 5° sér., vol. 17, n° 9, p. 191-192.
 - (1948) - Feuille de Lyon au 50.000°. Les terrasses alluviales de l'Azergues. Bull. Serv. Carte géol. Fr., t. XLVII, n° 225, p. 115-121, 2 fig.
 - (1949) - Feuille de Lyon au 50.000°. Les terrasses alluviales de la région de Saint-Germain au Mont d'Or. Bull. Serv. Carte géol. Fr., t. XLVII, n° 226, p. 67-72, 2 fig.
 - (1951) - Observations sur la bordure occidentale de la Bresse. Région de Pont de Vaux (Ain). Bull. Soc. géol. Fr., 6° sér., vol. 1, p. 265-275, 2 fig.

- RUSSO P. (1951) - Observations nouvelles sur les terrasses fluviales et lacustres de la Dombes et de la Saône. C.R. Acad. Sci., t. 233, p. 699-701.
- (1952) - Observations nouvelles sur les terrasses de la Saône et leurs rapports avec les glaciations. Bull. Soc. géol. Fr., 6^o sér., vol. 2, p. 301-317, 1 fig.
- (1953) - Contribution à l'histoire de la haute terrasse de la Saône et du Rhône. Rev. Géogr. et Doc. Univ. Lyon, t. XXIII, n^o 1, p. 35-43, 3 fig.
- de SAPORTA G. (1869) - Sur l'existence de plusieurs espèces actuelles observées dans la faune pliocène de Meximieux. Bull. Soc. géol. Fr., 2^o sér., vol. 26, p. 752-773.
- de SAPORTA G. & MARION A.F. (1872) - Recherches sur les végétaux fossiles de Meximieux. Arch. Mus. Hist. Nat. Lyon, t. I, p. 131-170.
- (1873) - Sur la flore des tufs pliocènes de Meximieux. 1 br. in 8^o, p. 457-469.
- TARDY (1872) - Note sur la théorie de l'époque glaciaire. Bull. Soc. géol. Fr., 2^o sér., vol. 29, p. 560-568, 1 tab.
- (1876) - Les glaciers miocènes en Bresse. Bull. Soc. géol. Fr., 3^o sér., vol. 4, p. 184-186, 1 fig.
- (1876) - Les glaciers pliocènes. Bull. Soc. géol. Fr., 3^o sér., vol. 4, p. 285-289.
- (1882-83) - Nouvelles observations sur la Bresse. Bull. Soc. géol. Fr., 3^o sér., vol. 11, p. 543-585, 2 fig., 4 tab.
- (1884-85) - Nouvelles observations sur la Bresse, région de Bourg en Bresse. Bull. Soc. géol. Fr., 3^o sér., vol. 13, p. 617-650, 4 tab.
- (1886-87) - Nouvelles observations sur la Bresse. Résumé général et conclusion. Bull. Soc. géol. Fr., 3^o sér., vol. 15, p. 82-133, 2 fig.
- (1898) - Observations à la note de M. Boistel sur les cailloutis alpins du Pliocène de la Bresse. Bull. Soc. géol. Fr., 3^o sér., vol. 26, p. 195-196.

- THORAL M. (1951) - Quelques observations relatives aux formations glaciaires et périglaciaires de la région lyonnaise. Bull. Serv. Carte géol. Fr., t. XLIX, n° 232, p. 127-156.
- THORAL M. & BOURDIER F. (1949) - Sur le mode de formation et l'âge des alluvions dites préglaciaires aux environs de Lyon. C.R. Acad. Sci., t. 229, p. 1022-1024.
- THORAL M. & COMBIER J. (1954) - Résultats d'une étude morphoscopique de galets d'origine variée recueillis dans la région lyonnaise. C.R. Acad. Sci., t. 238, p. 1050-1052.
- THORAL M. & GAUTHIER H. (1949) - Les loess autour du Mont d'Or lyonnais. C.R. Acad. Sci., t. 229, p. 441-443.
- (1953) - Géologie loess et limons anciens du lyonnais. C.R. Acad. Sci., t. 236, p. 1182-1184.
- TRICART J. (1947) - Premiers résultats d'une étude synchronique des terrasses du bassin de la Seine. C.R. som. Soc. géol. Fr., 5° sér., vol. 17, n° 4, p. 68-71.
- (1947) - Premiers résultats d'une étude pétrographique des matériaux des plaines de la Saône. C.R. som. Soc. géol. Fr., 5° sér., vol. 14, n° 5, p. 90-91.
- VATAN A., ROUGE P.E. & BOYER F. (1957) - Etudes sédimentologiques et pétrographiques dans le Tertiaire subalpin et jurassien de Savoie et des régions limitrophes. Rev. Inst. Fr. Pétroles et Ann. Comb. liqu., vol. 12, n° 4, p. 468-480, 8 fig.
- VIRET J. (1940) - Sur l'âge du loess de la région lyonnaise. Rev. Géogr. et Doc. Univ. Lyon, t. XV, p. 173-177, 1 fig.
- (1940) - Révision de la feuille de Mâcon (terrains tertiaires et quaternaires). Bull. Serv. Carte géol. Fr., t. XLII, n° 205, p. 105-106.
- (1948) - Une contribution à l'histoire des glaciations alpines. La faune du loess durci de Saint Vallier (Drôme). Rev. Géogr. et Doc. Univ. Lyon, t. XXIII, n° 9, p. 227-232, 1 fig.

VIRET J. (1948) - La faune de mammifères du loess durci de Saint Vallier (Drôme) et ses conséquences stratigraphiques. C.R. Acad. Sci., t. 227, p. 684-686.

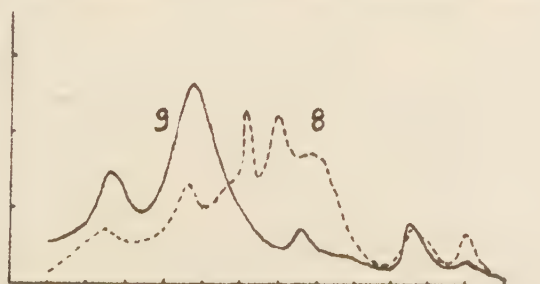
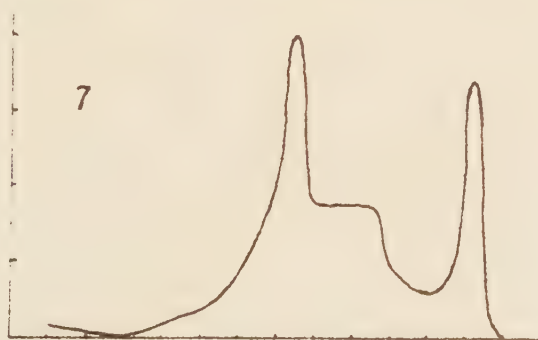
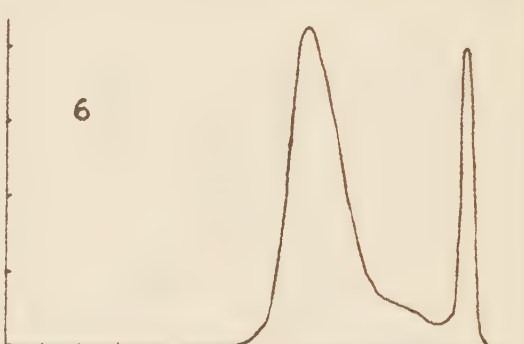
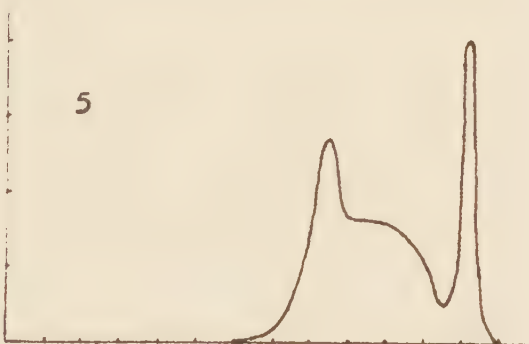
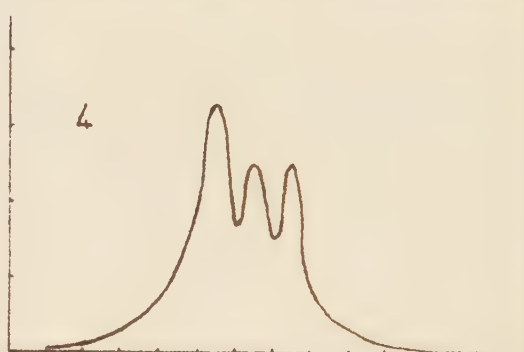
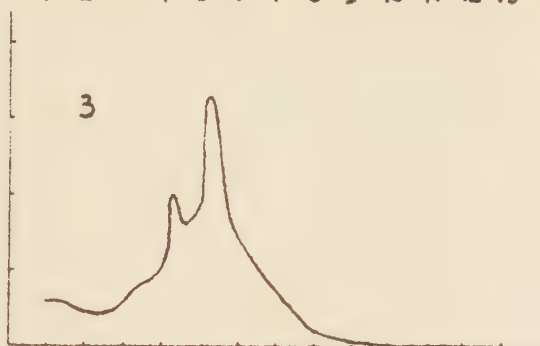
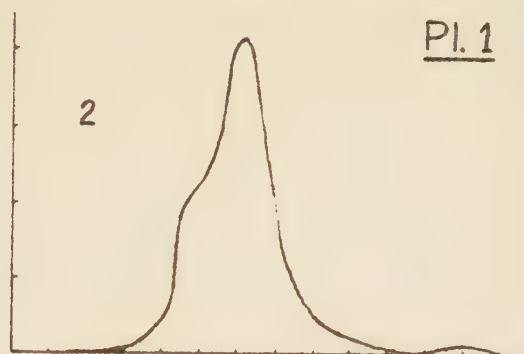
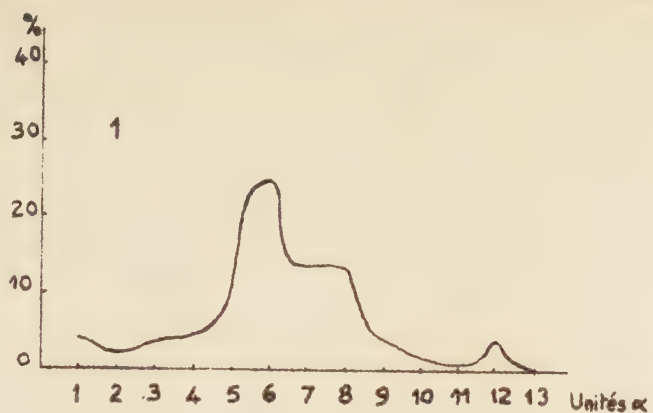
- (1954) - Le loess à bancs durcis de Saint-Vallier (Drôme) et sa faune de mammifères villafranchiens. Nles Arch. Mus. Hist. Nat. Lyon, fasc. 4, 200 p., 33 pl.

T A B L E D E S M A T I E R E S

	pages
INTRODUCTION	1
<u>Première partie : LE TERTIAIRE</u>	7
Chapitre I : LES MARNES DE BRESSE	8
" II : LES SABLES DE L'HORIZON DE TREVOUX ET DE MONTMERLE	12
Caractères pétrographiques	12
Extension géographique	14
Origine	18
Age	24
" III : LES CAILLOUTIS ET SABLES FERRUGINEUX DES DOMBES	28
Alluvions jaunes de Sathonay et de la cô- tière du Rhône	47
Alluvions de la forêt de Chassagne	52
Extension géographique des cailloutis du plateau dombiste	57
Position stratigraphique des cailloutis du plateau dombiste	60
Age des cailloutis et sables ferrugineux des Dombes	66
Agent de transport des cailloutis alpins des Dombes	70
Position relative des dépôts villafran- chiens	76
ALLUVIONS VILLAFRANCHIENNES BEAUJOLAISES .	78

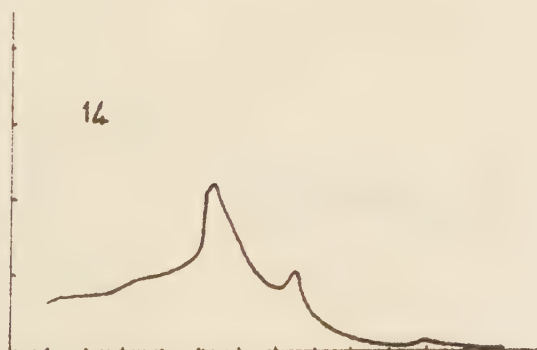
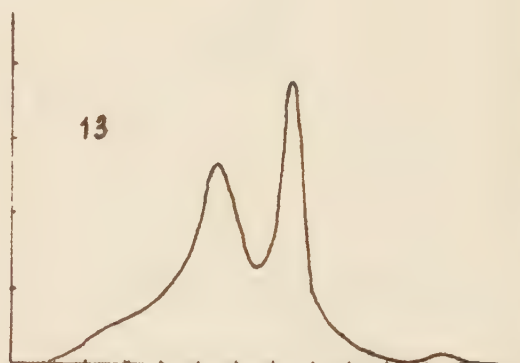
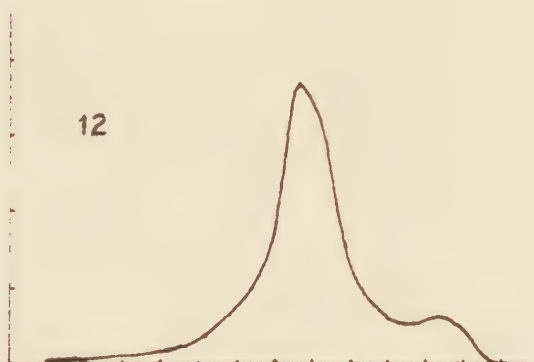
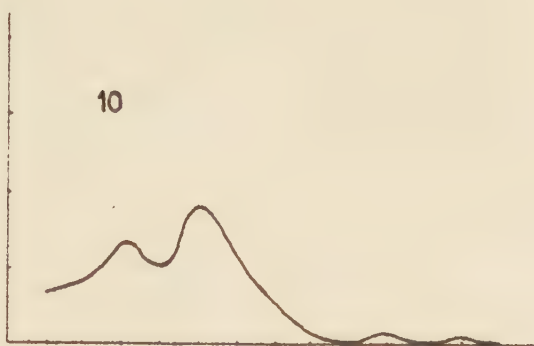
<u>Deuxième partie</u> :	<u>LE QUATERNAIRE</u>	79
Chapitre I :	MORAINES ET ALLUVIONS FLUVIO-GLACIAIRES .	80
I -	Le front glaciaire	81
	Stade I	82
	Stade II	84
	Stade III	97
II -	Les Moraines du plateau dombiste . . .	110
	Données d'après sondages	115
	Résumé et conclusion	119
" II :	LES TERRASSES DE LA SAONE ET LES LOESS .	125
	Méthode d'étude des terrasses	126
	Niveau de 225-230 m	128
	Niveau de 200 m	131
	Niveau de 185 m	138
	Niveau de 175 m	141
	Argiles feuilletées de la Vauxonne .	142
	Terrasse de Saint Georges de Reneins.	144
	La terrasse de Villefranche sur Saône proprement dite	147
	Terrasse de la Chapelle	157
	Niveau de 170 m	162
	Conclusion	167
" III :	LES ALLUVIONS DE FOND DE LA SAONE . . .	169
	Caractères granulométriques et minéralo- giques des sables de Saône	172
	Prélèvement de Montmerle	173
	" de Port-Rivière plage . .	174
	" de Port-Rivière (dragage)	177
	" de Beauregard-Jassans . .	179
	" de Jassans-Saint Bernard.	181
	" de Port-Bernalin	183
	" de Port-Maçon	184

Résumé et conclusion sur les aspects pé-	
trographiques, granulométriques, et miné-	
ralogiques des alluvions de fond de la	
Saône	187
Pétrographie	187
Granulométrie	188
Minéralogie	189
CONCLUSION	195
BIBLIOGRAPHIE	199



Courbes de fréquence
des alluvions anciennes

- 1-2 Sables de Trévoux
- 3-4 Sables de Reyrieux
- 5-6 Sables de Toussieux
- 7 Alluvions jaunes (Sathonay)
- 8 P^{ic} près Crans
- 9 P^{ic} Monbègue



Courbes de fréquence

des alluvions fluvio-glaciaires

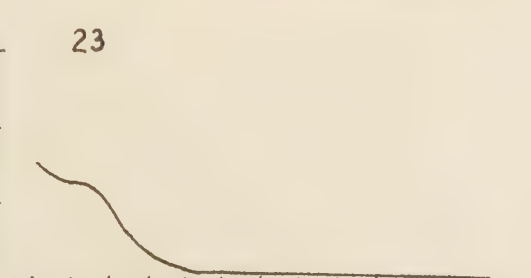
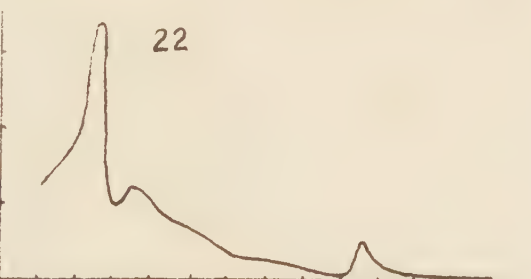
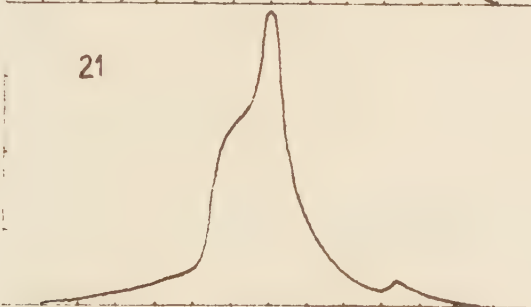
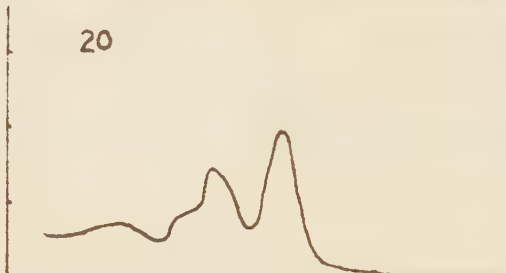
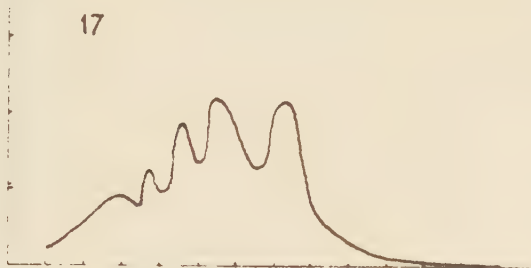
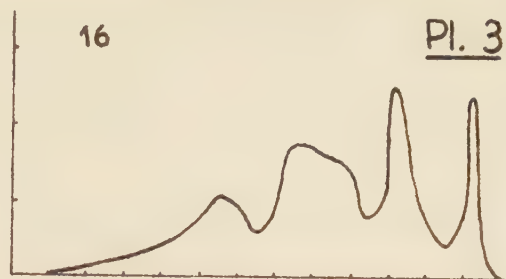
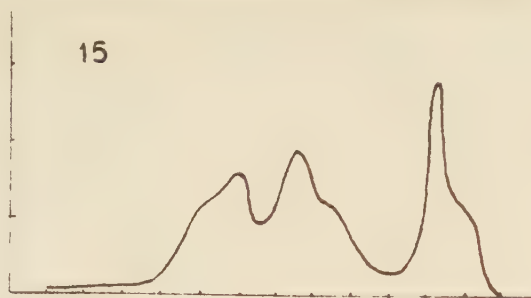
10 Alluvions grises (Sathonay)

11 Parcieux la Carême

12 Parcieux les Combes 1

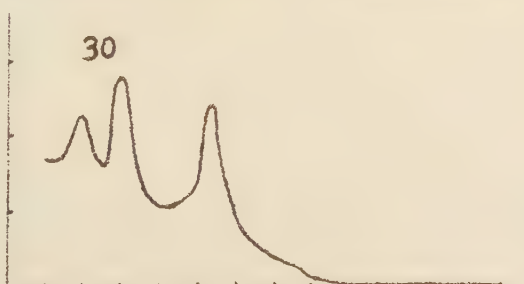
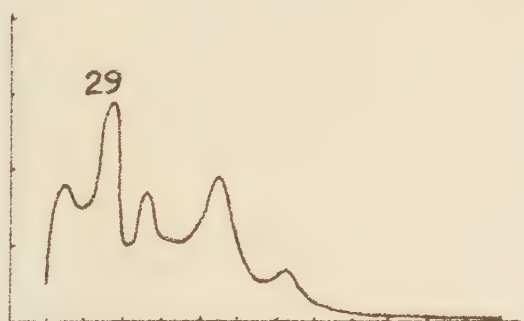
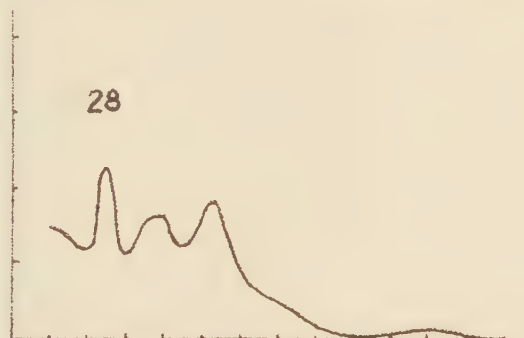
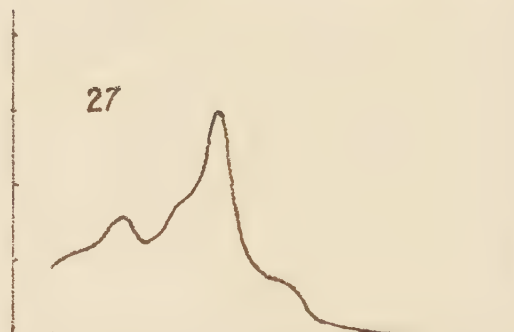
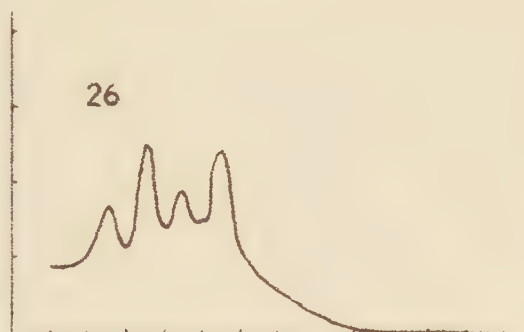
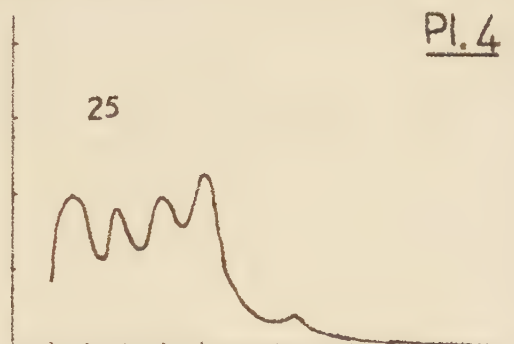
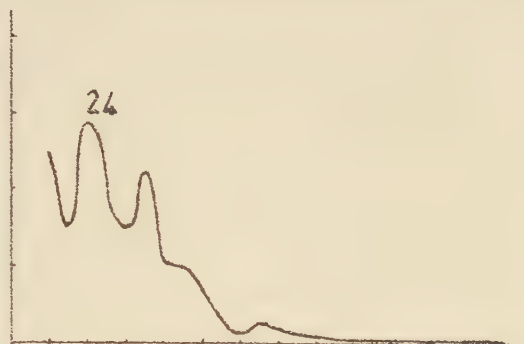
13 Parcieux les Combes 2

14 Massieux les 3 Fourneaux



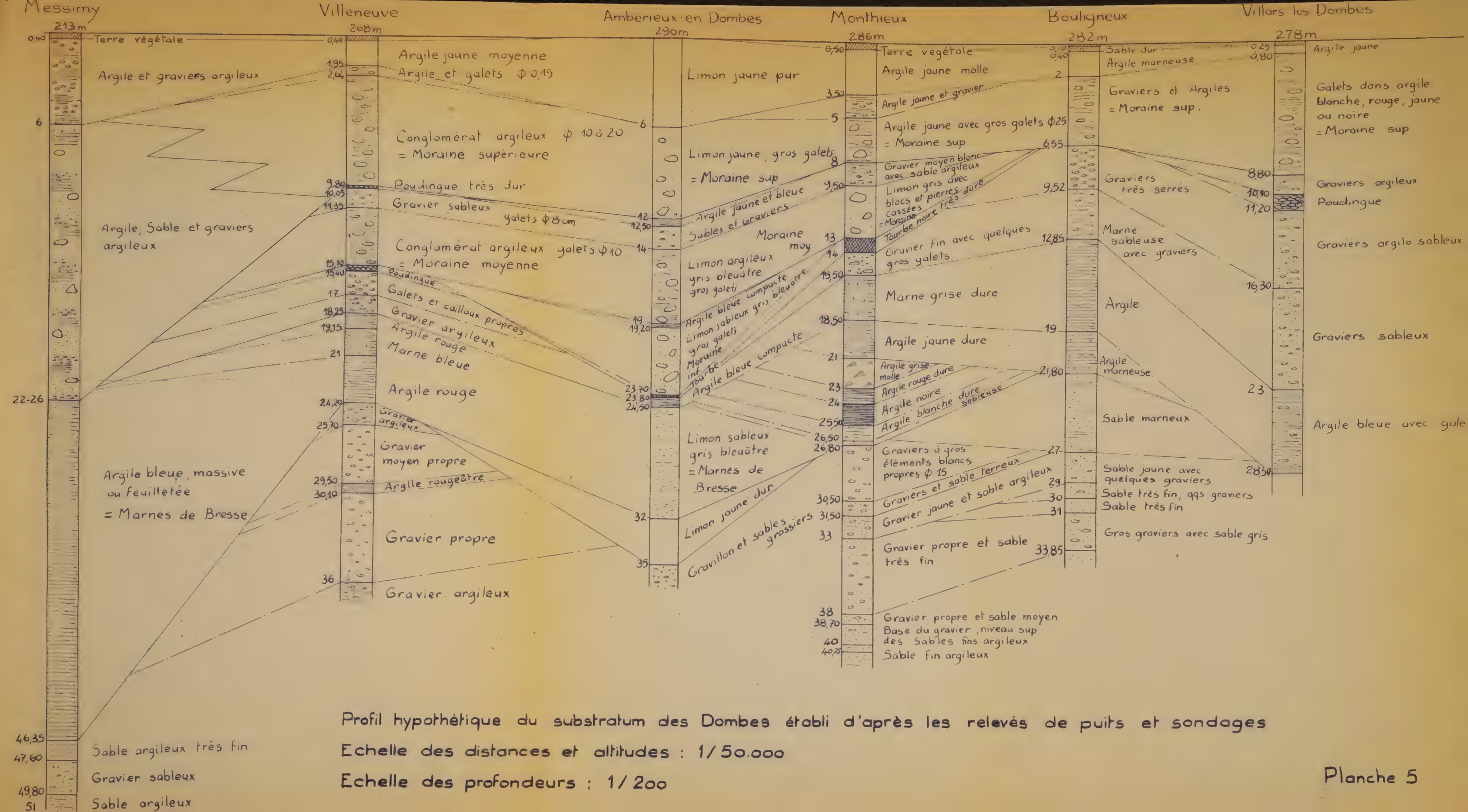
Courbes de fréquence des
terrasses de la Saône

- 15 Frans
- 16 Marsangue
- 17 Saint Bernard
- 18 Saint Georges de Reneins
- 19 Le Guillard
- 20 Villefranche le Garet
- 21 La Chapelle
- 22 Le Grand Champ
- 23 Ambérieux d'Azergues



Courbes de fréquence des
alluvions de fond de vallée

- 24 Montmerle (plage)
- 25 Port-Rivière (plage)
- 26 Port-Rivière (dragage)
- 27 Beauregard-Jassans
- 28 Jassans-S'Bernard
- 29 Port-Bernalin
- 30 Port-Maçon



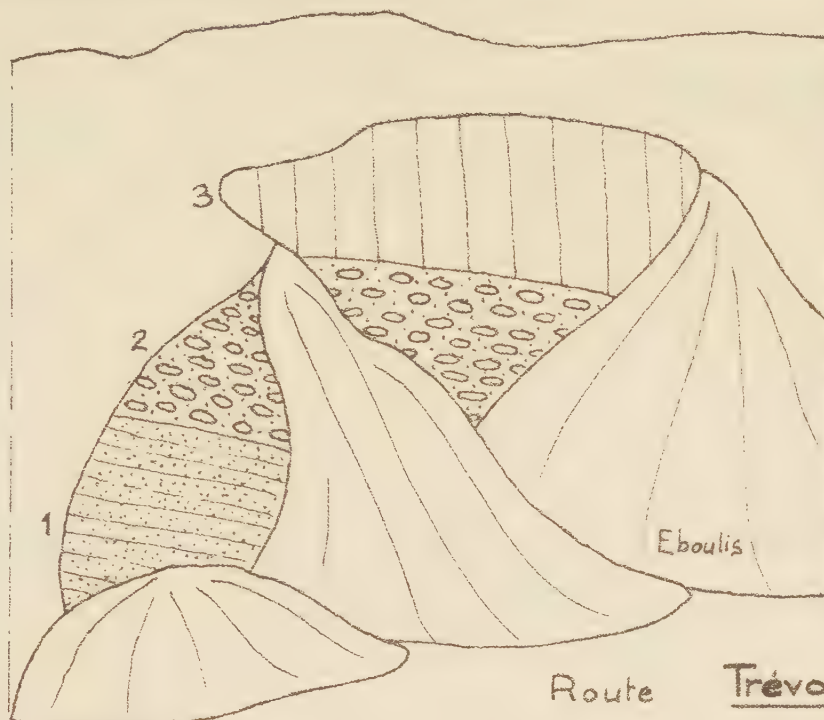
S

N

Planche 6

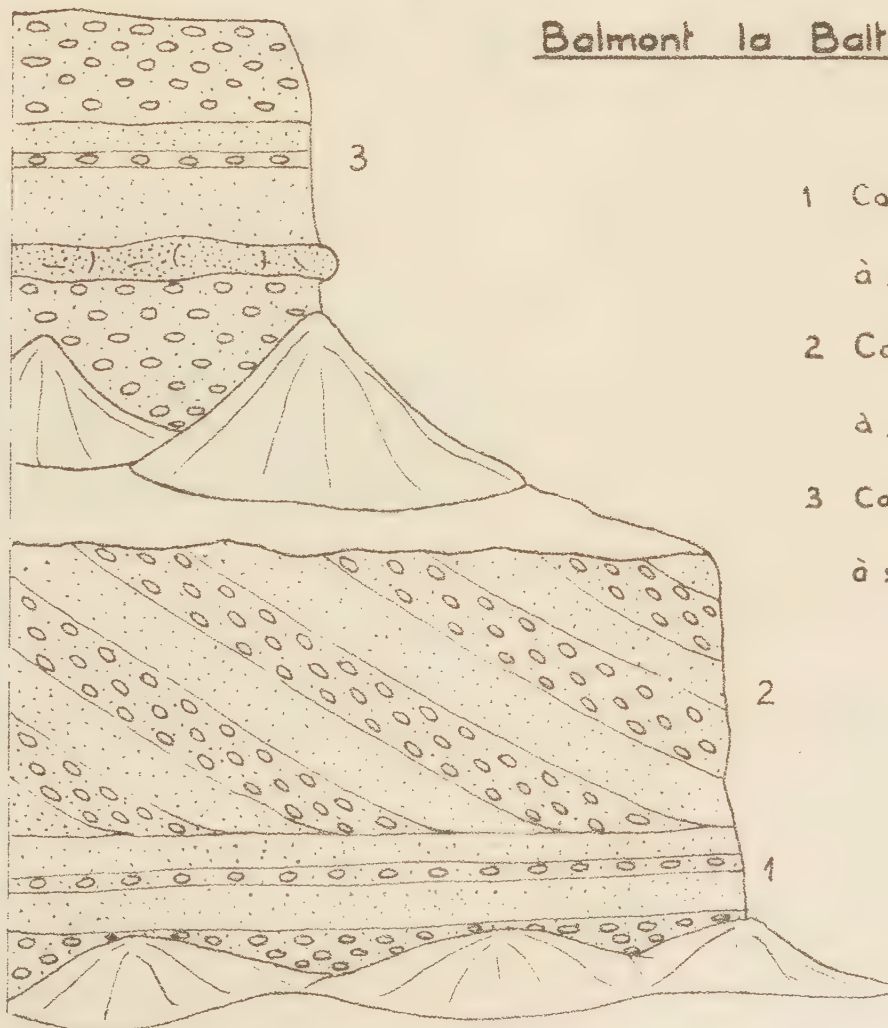
- 1 Sables de Trévoux
 2 Cailloutis et galets
exclusivement siliceux
 3 Loess

4,5 m

Route Trévoux Cote 220fig.1

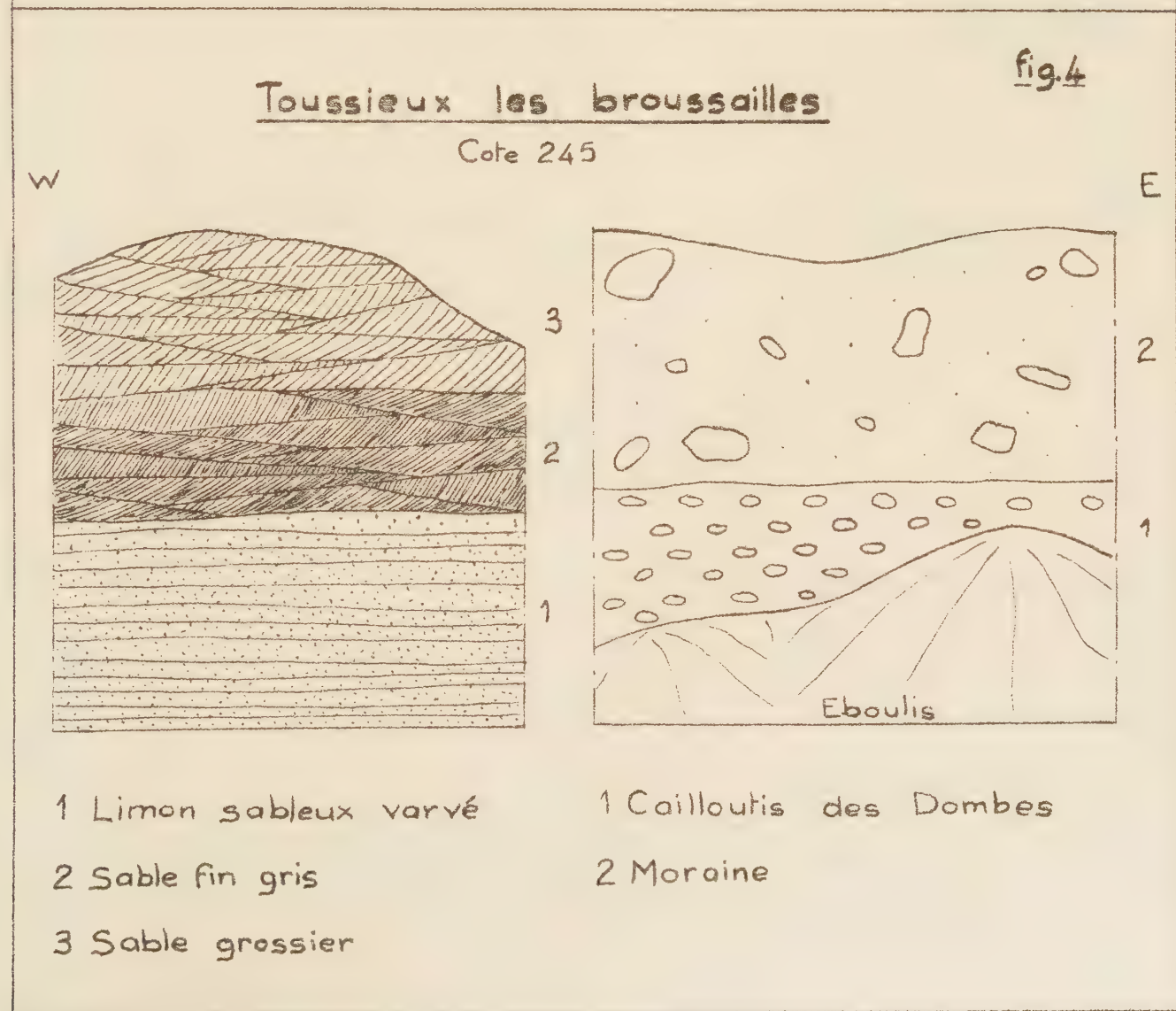
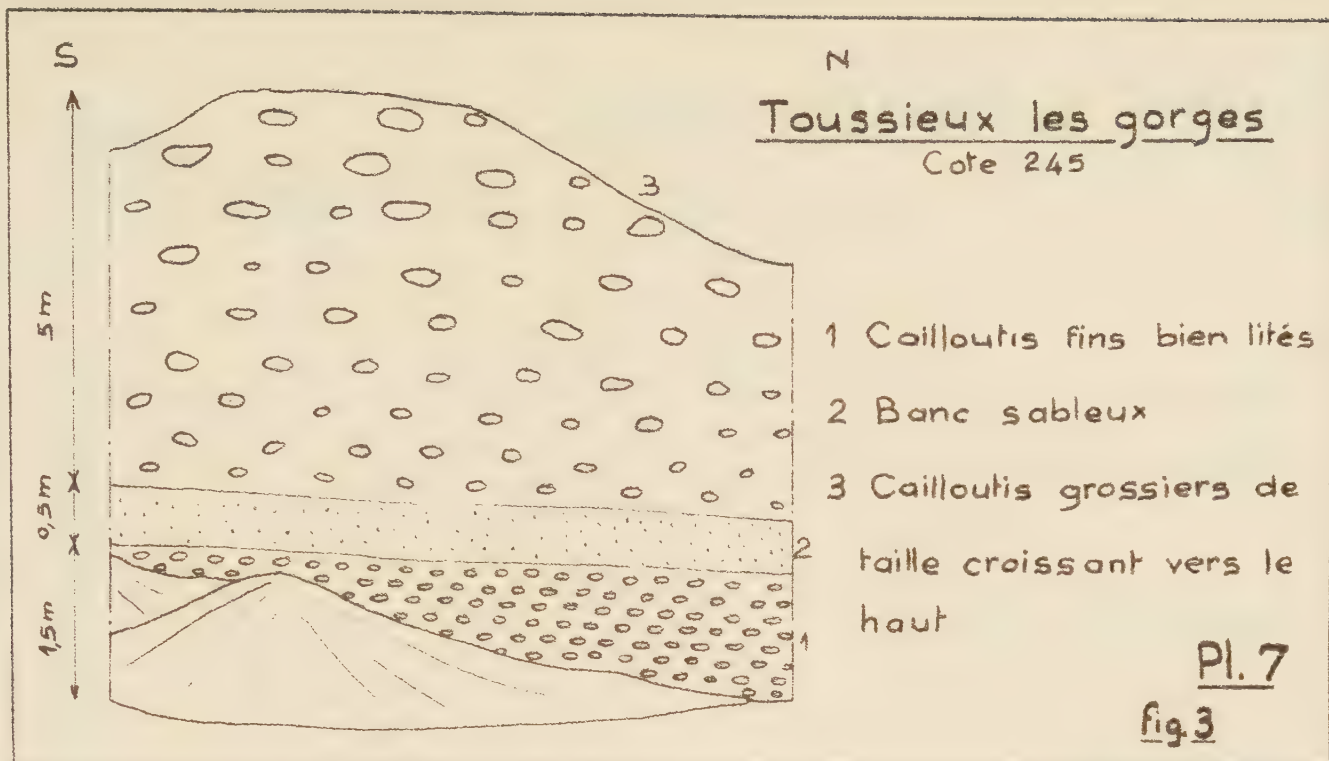
NW

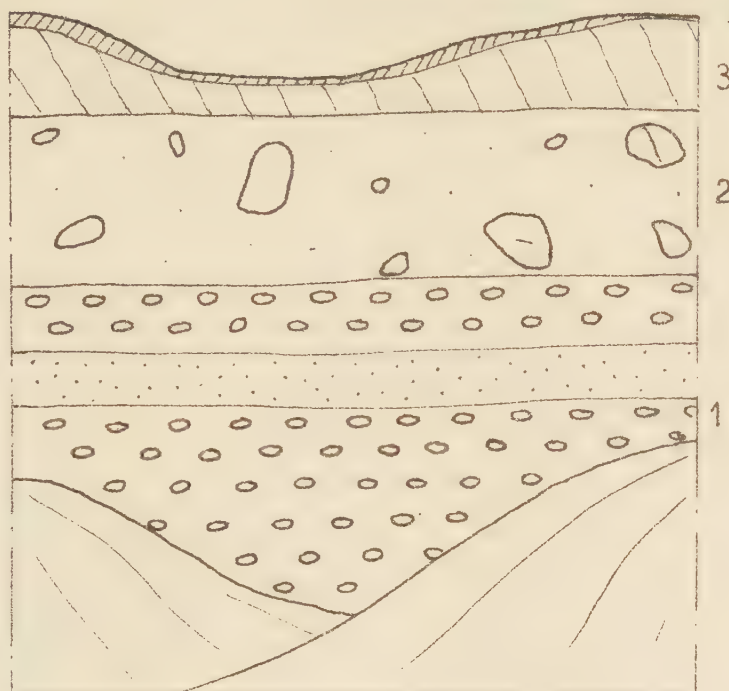
SE

Belmont la Balthazarde7 m
4 m
2 m

- 1 Cailloutis et sables inf.
à stratification horizontale
 2 Cailloutis et sables moy.
à stratification inclinée
 3 Cailloutis et sables sup.
à stratification horizontale

fig.2





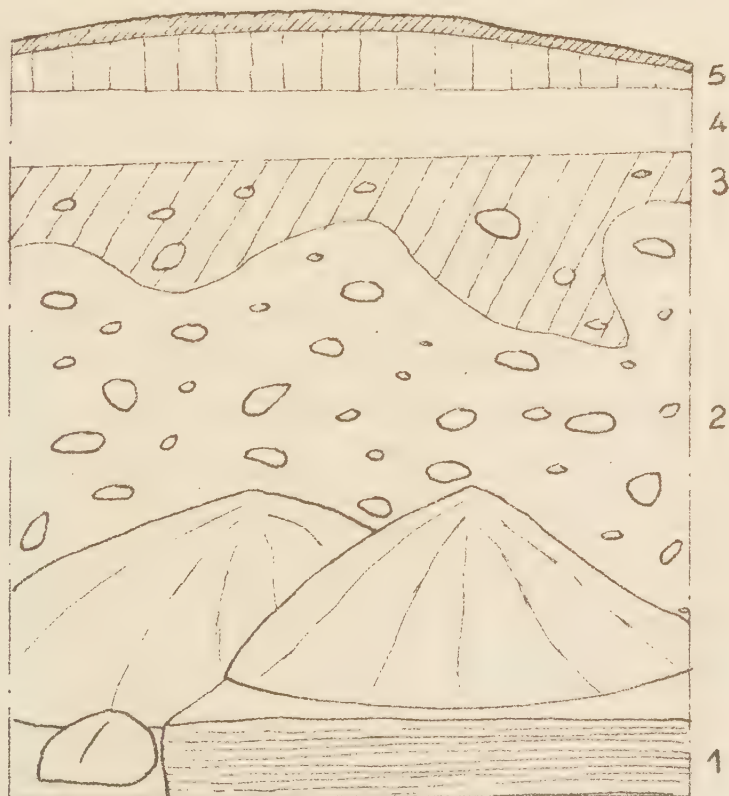
Sté Euphémie "le Marry"

Cote 235

- 1 Cailloutis de Bresse
avec banc gréseux
- 2 Moraine
- 3 Colluvion et sol actuel

Planche 8

fig 5



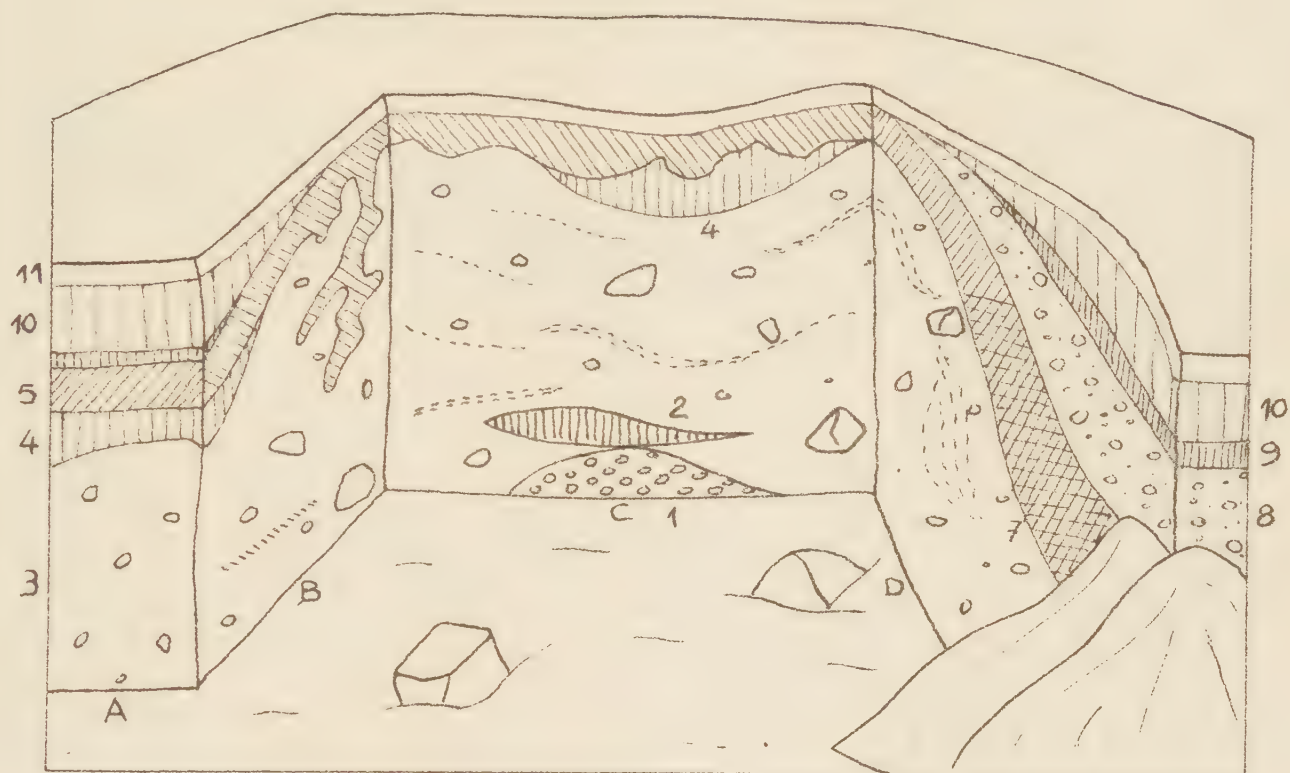
Cibeins

Cote 235

fig6

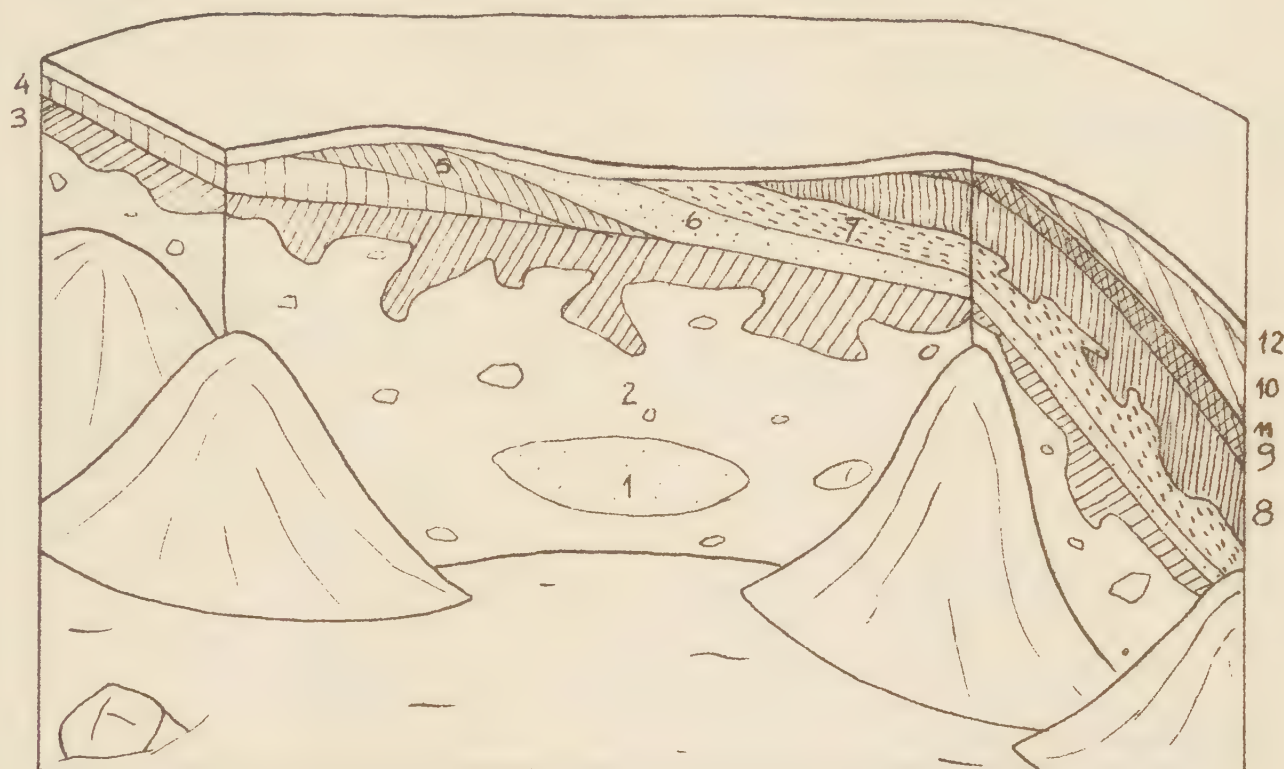
- 1 Limon varvé
- 2 Moraine à faciès fluvial
- 3 Altération brun-rouge
de la moraine
- 4 Loess
- 5 Lehm et sol actuel

Etat de la coupe en 1955 (d'après F. Bourdier)

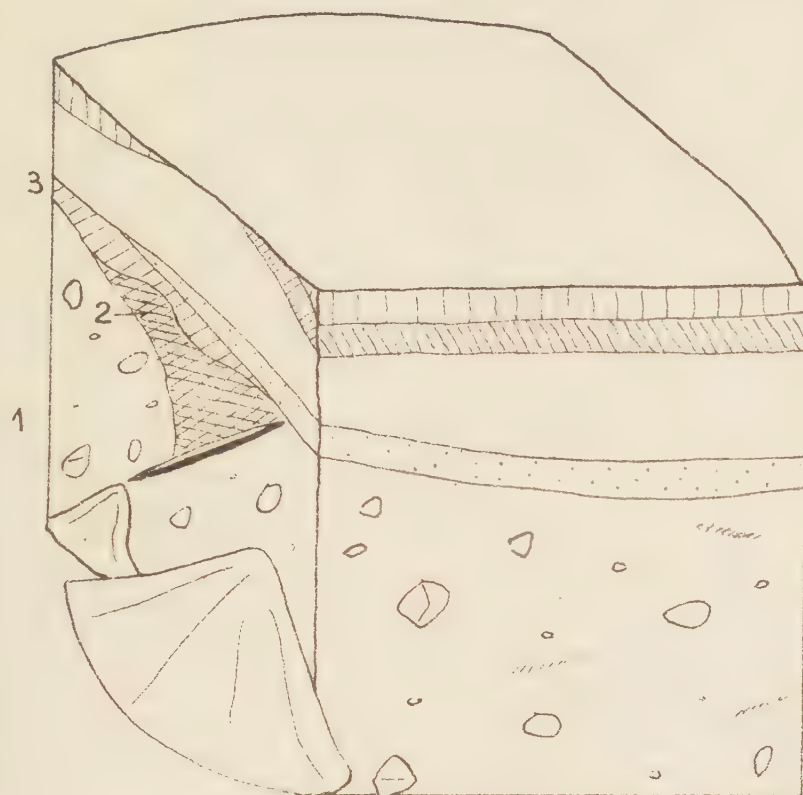


- 1 Lambeau d'un vieux cailloutis altéré visible en 1939 et 1955 (Riss I?)
- 2 Limon lœssôide à débris de mollusques (1953)
- 3 Moraine à faciès fluvatile dominant (Riss III)
- 4 Loess ancien à faciès de loess récent "
- 5 Altération du loess ancien en limon fendillé (Riss - Wurm)
- 6 Limon fendillé inclus dans la moraine par cryoturbation (début Wurm)
- 7 Limon fendillé repris et accumulé par solifluxion "
- 8 Moraine rissienne altérée et non altérée accumulée par solifluxion "
- 9 Loess récent inférieur légèrement argileux et grisâtre
- 10 Loess récent typique
- 11 Altération post wurmienne du loess récent et terre végétale

Etat actuel de la coupe (1961)



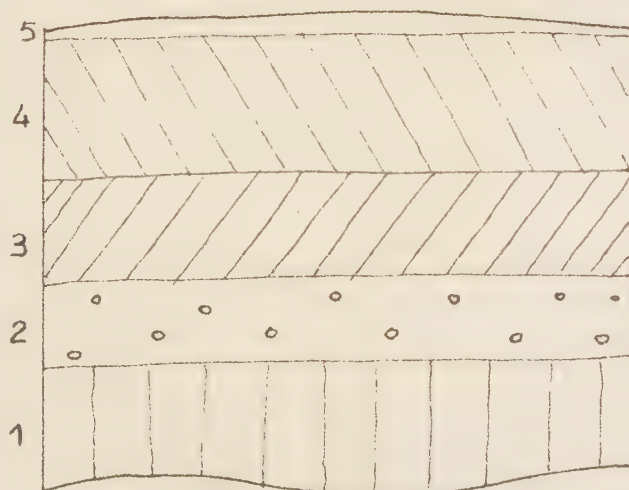
- 1 Lentille de sable fin non décalcifié
- 2 Moraine
- 3 Altération de la moraine , brun-rouge , formant des poches
- 4 Limon inférieur rougeâtre
- 5 Limon ocre clair
- 6 Limon caillouteux gris-rosé
- 7 Limon gris cendré
- 8 Limon ocre clair soliflué sur (7)
- 9 Limon rougeâtre supérieur
- 10 Limon ocre clair
- 11 Niveau blanc d'accumulation calcaire
- 12 Terre végétale actuelle



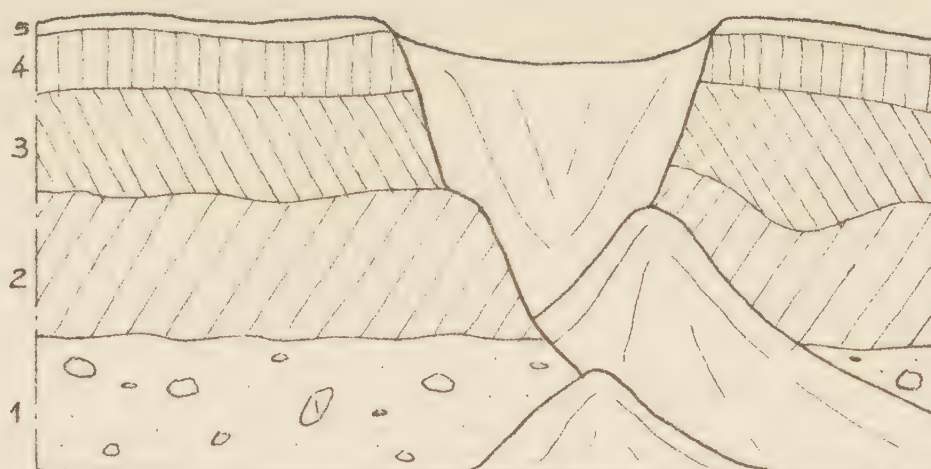
- 1 Moraine
- 2 Altération de la moraine
- 3 Limon rubéfié
- 4 Limon gris cendré décalcifié
- 5 Limon tendre, ocre clair, sableux, très décalcifié
- 6 Limon dur, ocre clair, peu décalcifié
- 7 Lehm et terre végétale

fig 10

Ars . Carrière Bresse et Bugey

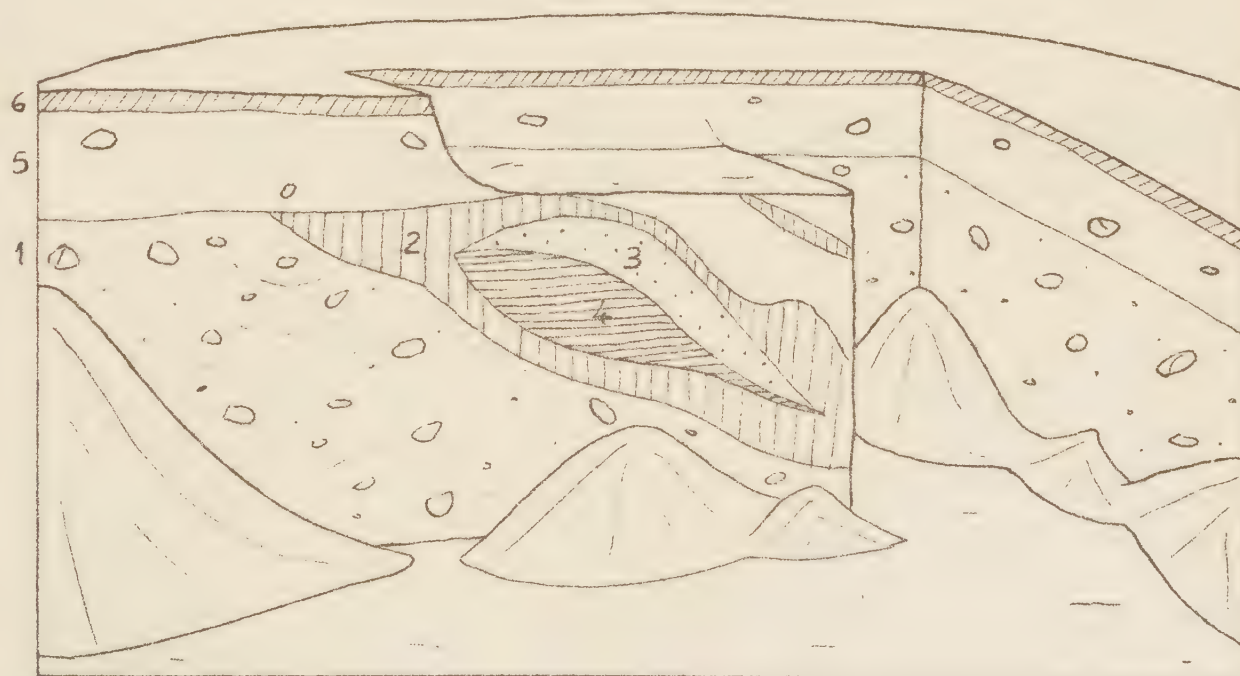


- 1 Fendillé caillouteux, rubéfié, décalcifié
- 2 Limon caillouteux décalcifié
- 3 Limon ocre clair non altéré
- 4 Limon ocre plus foncé
- 5 Terre végétale



- 1 Moraine à faciès fluviale
- 2 Limon jaune inférieur
- 3 Limon ocre clair supérieur

- 4 Fendillé superficiel
- 5 Terre végétale



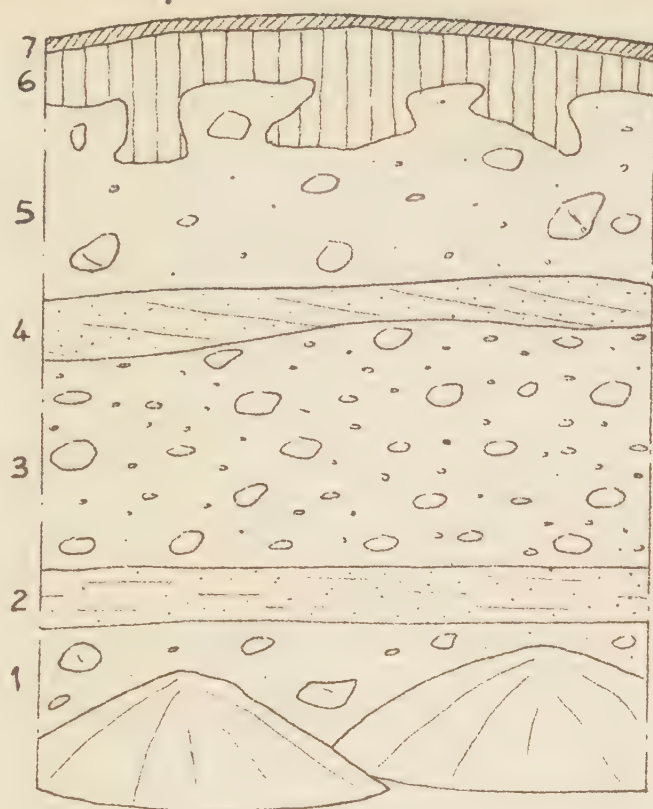
- 1 Moraine inférieure cryoturbée
- 2 Lentille sableuse rubéfiée
- 3 Sable non altéré gris clair

- 4 Noyau argileux gris-bleuâtre
- 5 Moraine supérieure
- 6 Terre végétale

Planche 13

La Chapelle du Châtelard

Cote 285



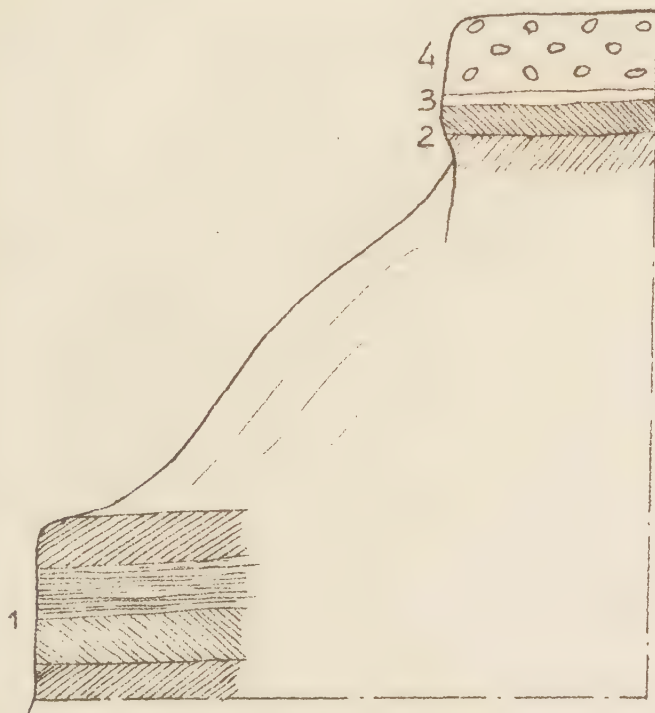
- 1 Moraine inférieure
- 2 Niveau sableux continu
- 3 Moraine à faciès fluvatile
- 4 Lentille sableuse solifluée
- 5 Moraine supérieure
- 6 Altération superficielle
- 7 Terre végétale

fig 13

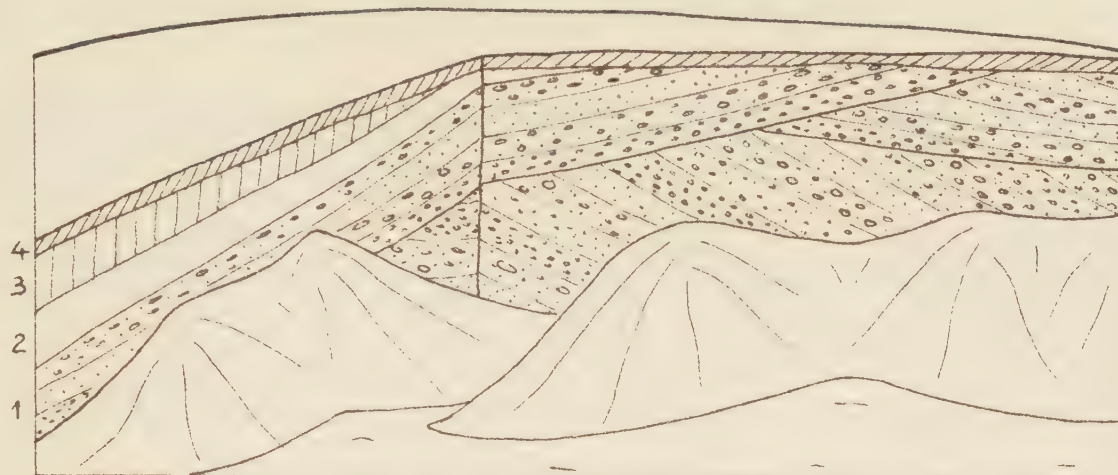
fig 14

Parcieux les Combes

Cote 210



- 1 Sable fin stratifié
- 2 Sable grossier stratifié
- 3 Niveau d'argile blanche
- 4 Cailloutis altérés et rubéfiés



1 Alluvion caillouteuse siliceuse

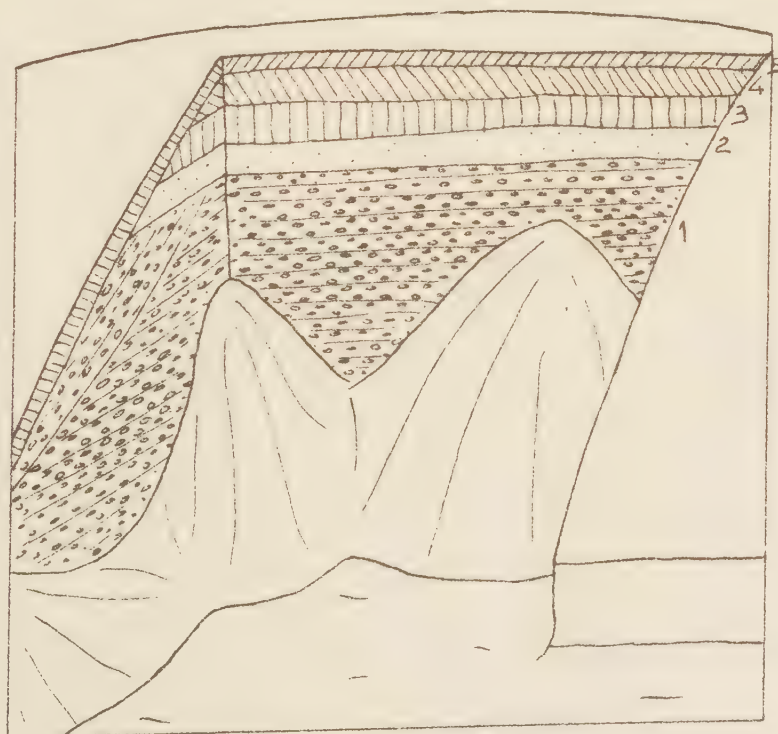
3 Fendillé rubéfié

2 Loess caillouteux

4 Terre végétale

fig 15

fig 16



1 Cailloutis fluviatiles

2 Limon inférieur

3 Limon rubéfié

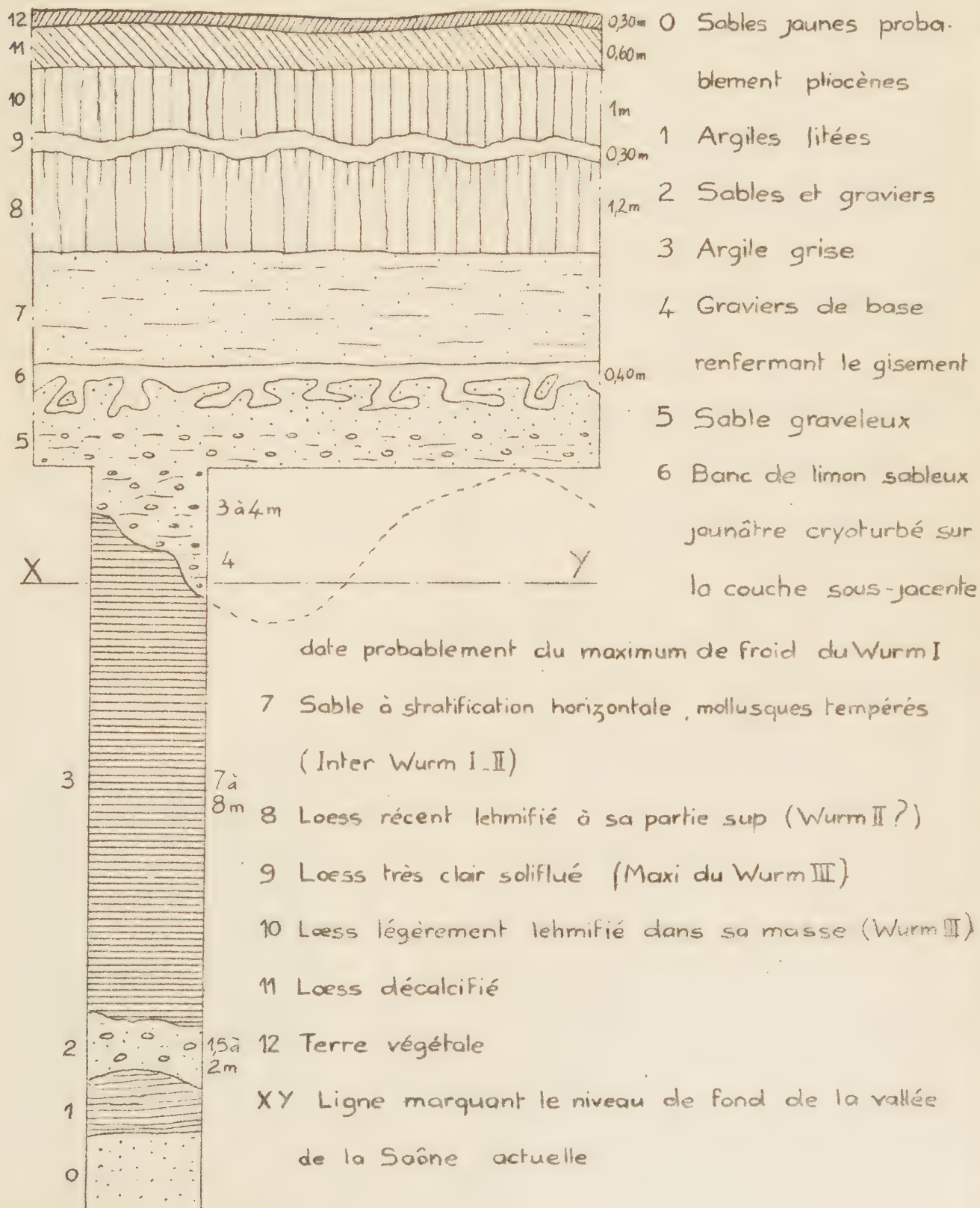
4 Limon supérieur

5 Terre végétale

Villefranche le Garet

Planche 15 fig 17

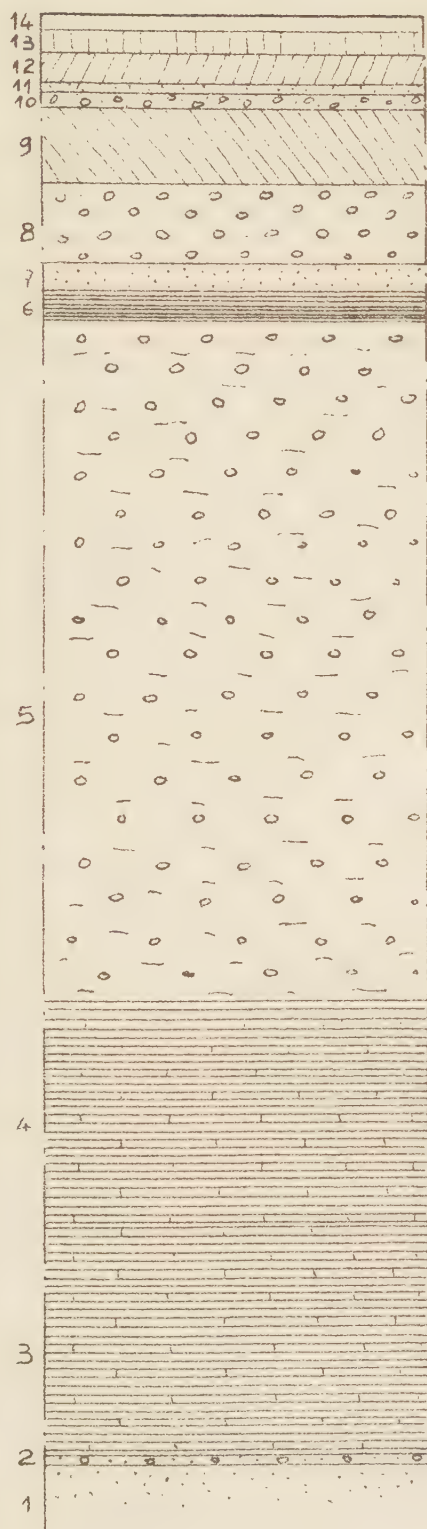
Coupe d'après F. Bourdier et H. Gauthier, sondage d'après J.M. Bérout



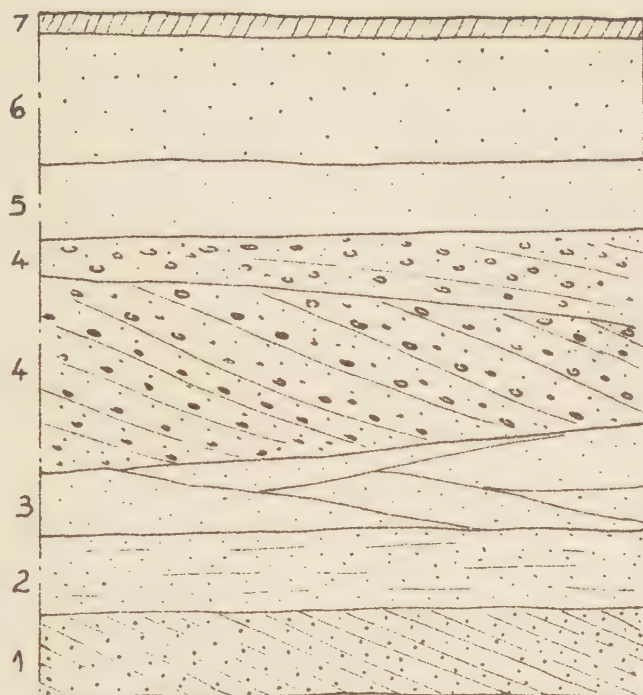
Coupe de la Vauxonne

Planche 16

fig 18



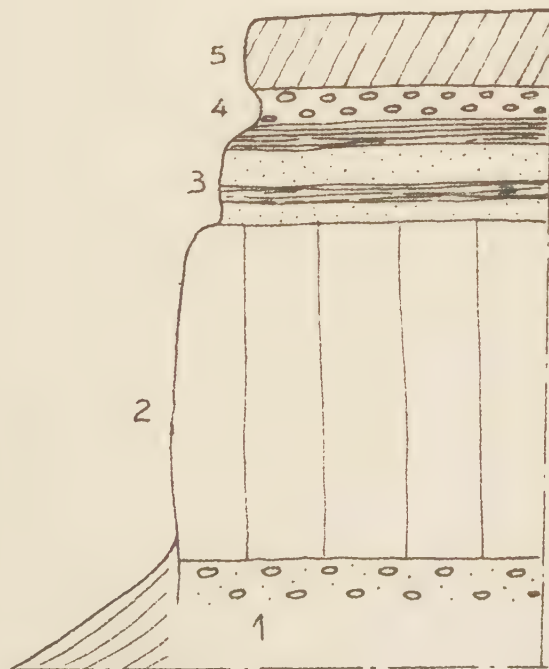
- 1 Sables rubéfiés de base
- 2 Cailloutis sableux et argileux ressemblant à un dios.
- 3 Marnes bleues feuilletées se débitant en plaquettes
- 4 Marnes jaunes de même structure
- 5 Cailloutis locaux emballés dans un ciment argilo marneux noir , très consolidés
- 6 Marnes brun-noir
- 7 Sables grossiers rubéfiés
- 8 Cailloutis mal roulés emballés dans une matrice claire finement sableuse
- 9 Limon fin , ocre clair , argileux et tacheté
- 10 Niveau sablo caillouteux
- 11 Niveau sableux jaune
- 12 Limon brun foncé
- 13 Limon superficiel brun clair
- 14 Terre végétale



- 1 Sables grossiers à laminations inclinées
- 2 Sable fin blanc stratifié horizont
- 3 Lentilles sableuses blanches et rouges
- 4 Cailloutis sableux rubéfiés
- 5 Sable fin à stratification confuse
- 6 Sable grossier non stratifié
- 7 Terre végétale

Le Grand Champ

fig 20



- 1 Cailloutis de base
- 2 Limon de structure polygonale, d'apparence homogène et extrêmement dur
- 3 Niveau sablo-argileux
- 4 Cailloutis supérieur
- 5 Terre végétale

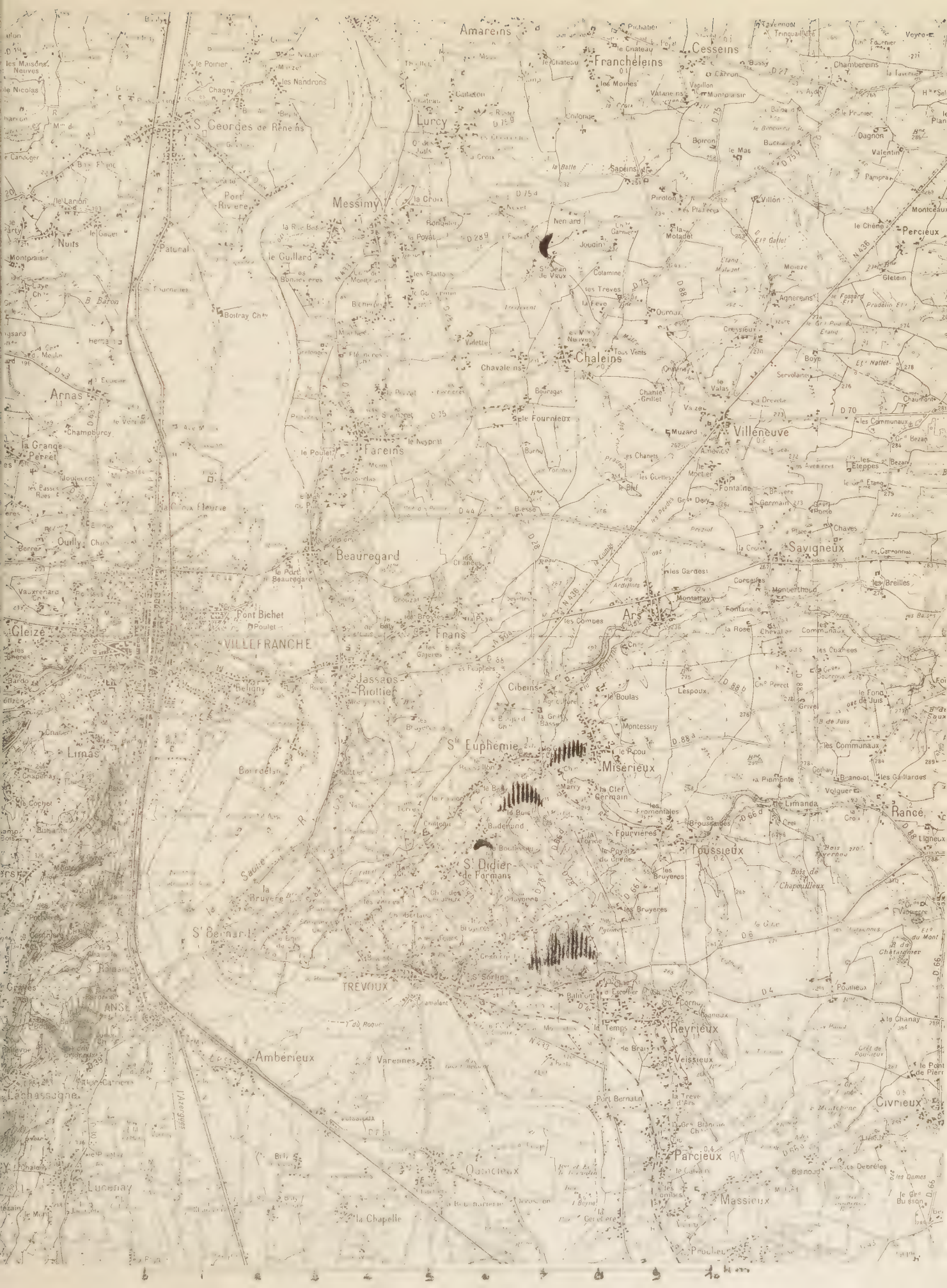
MARNES DE BRESSE



Affleurements observés



Affleurements signalés dans les ouvrages antérieurs, actuellement disparus.



SABLES DE TREVOUX ET DE MONTMERLE



Affleurements observés



CAILLOUTIS ET SABLES FERRUGINEUX DES DOMBES



Affleurements observés, formant la
terrasse de 260 m



MORAINES ET ALLUVIONS FLUVIO-GLACIAIRES RISSIENS



Moraines du Stade I



Alluvions fluvio-glaciaires du stade I



Moraines du stade II



Alluvions fluvio-glaciaires du stade II



Moraines du stade III



Alluvions fluvio-glaciaires du stade III



TERRASSES DE LA SAONE



Terrasse de 225-230 m



Terrasse de 200 m



Terrasse de 185 m



Terrasse de 175 m



Terrasse de 170 m



Alluvions actuelles



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 km

Coupe générale des Dombes (d'après Delafond et Depéret)

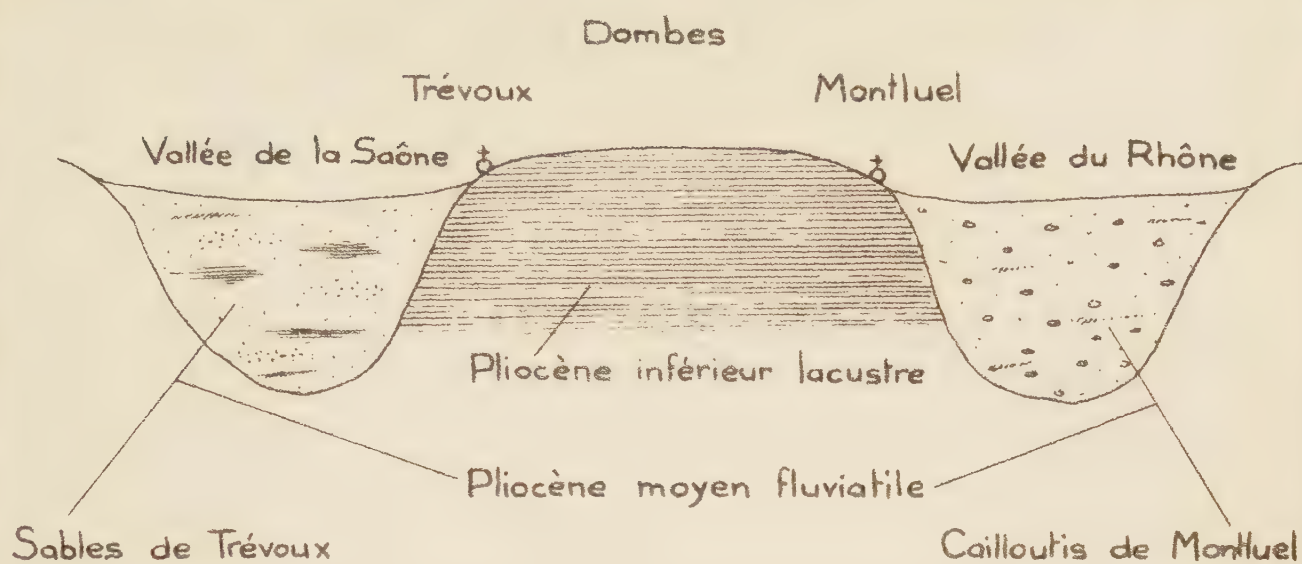
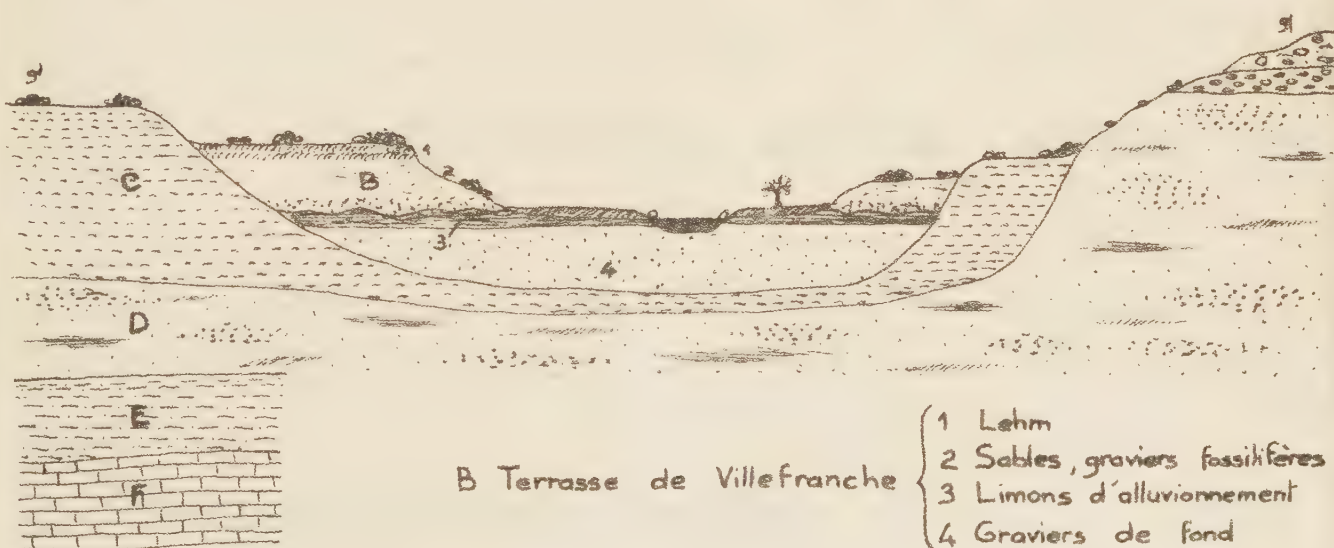


Fig. 27

Fig. 28

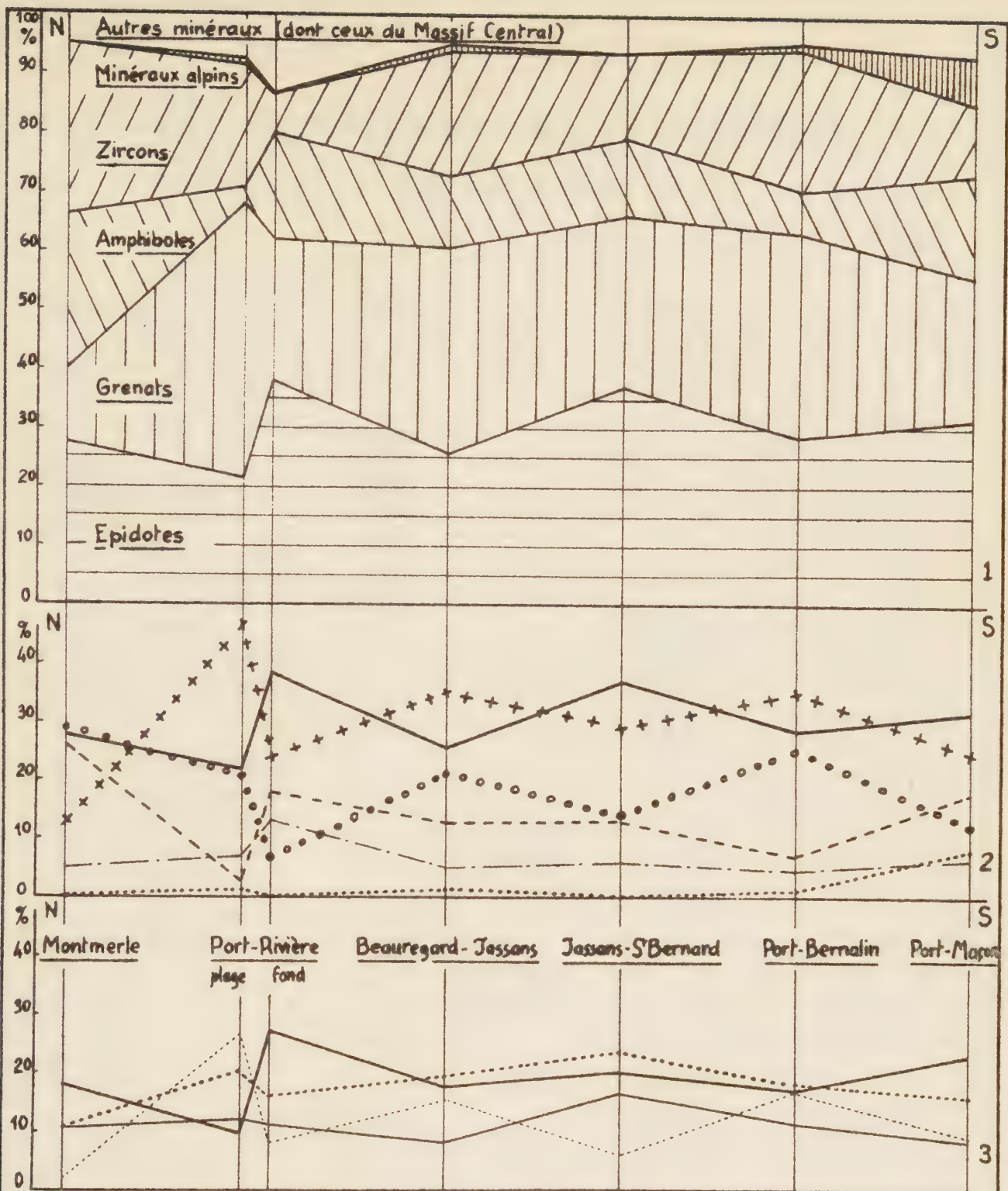
Coupe géologique de la vallée de la Saône

en amont de Villefranche (d'après J.M. Bérout)



- B Terrasse de Villefranche
- 1 Lehm
 - 2 Sables, graviers fossilifères
 - 3 Limons d'alluvionnement
 - 4 Gravier de fond

- C Argiles de St Cosme : quaternaire inférieur
- D Sables de Trévoux avec galets et bancs gréseux
- E Argiles et sables bigarrés(?) Eocène inf. épais 28m
- F Bajocien - épaisseur 20m



1 Composition minéralogique des sables de Saône.

Pl. 24

2 Variation de l'association minéralogique du N au S.

— Epidote + + Grenat — — Amphibole o o o Zircon Glaucofane + Chloritoïde
 ... Autres minéraux

3 Variation de la teneur en épidotes et en grenats en fonction de la classe

Epidotes { — Classe II
 — " III

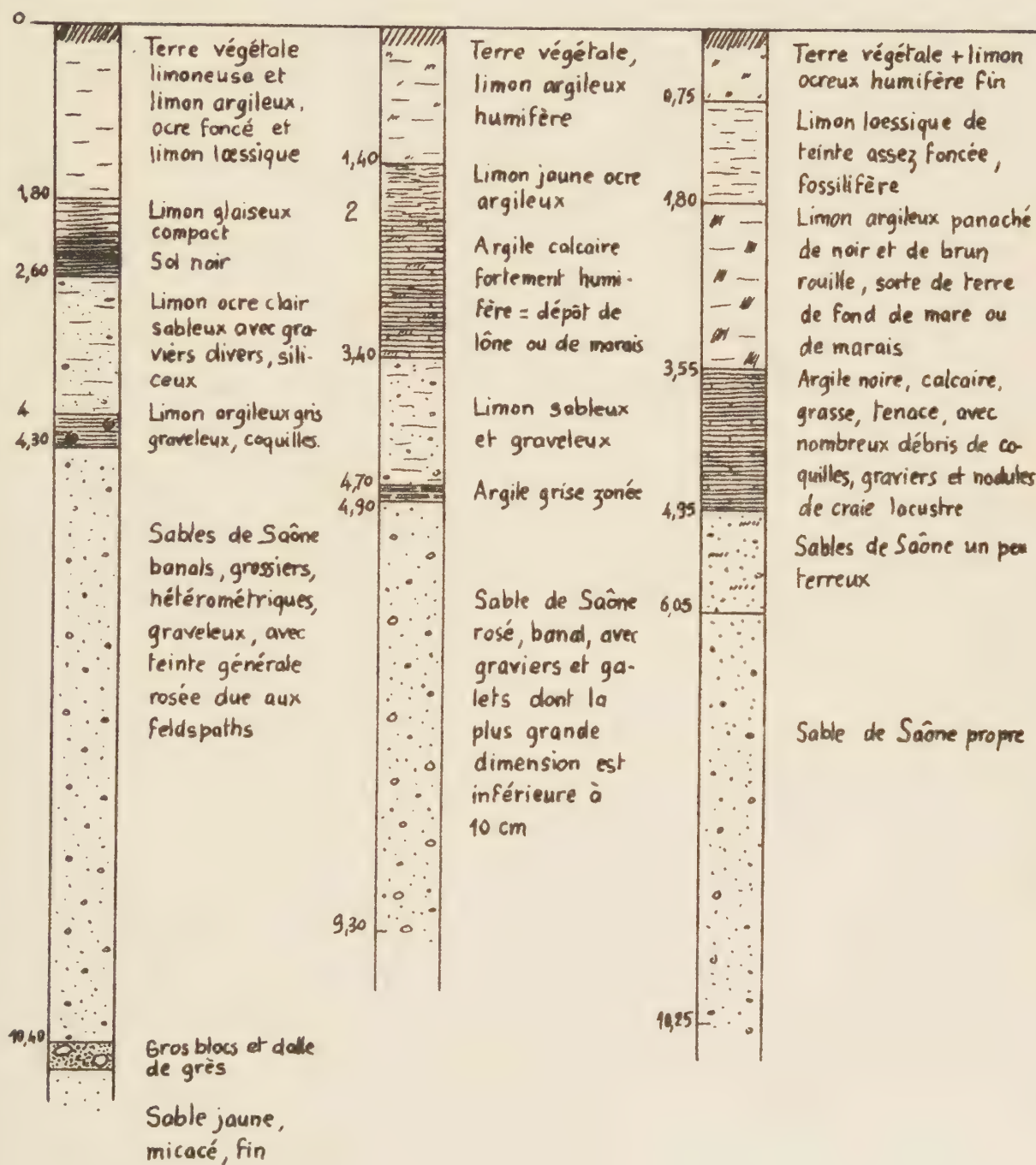
Grenats { Classe II
 ... " III

(Cl. II: 0,31-0,16 mm)

(Cl. III: 0,16-0,05 mm)

Coupe des 3 nouveaux puits (1952) de la station de Villefranche sur Saône - Beauregard

Pl. 25



LOESS ET LIMONS



Loess wurmiens



Limons décalcifiés



Colluvions



LISTE DES PLANCHES HORS TEXTE

Planche	1	-	Courbes de fréquence des alluvions anciennes.
"	2	-	" " des alluvions fluvio-glaciaires.
"	3	-	" " des terrasses de la Saône.
"	4	-	" " des alluvions de fond de vallée.
"	5	-	Profil hypothétique du substratum des Dombes.
"	6	-	figure 1 - Trévoux.
			" 2 - Balmont la Balthazarde.
"	7	-	" 3 - Toussieux les Gorges.
			" 4 - Toussieux les Broussailles.
"	8	-	" 5 - Sainte Euphémie "le Marry".
			" 6 - Cibeins.
"	9	-	" 7 - Ars, carrière Rampon (d'après F. Bourdier)
"	10	-	" 8 - Ars, carrière Rampon. Etat actuel de la coupe.
"	11	-	" 9 - Ars, coupe Nord de la carrière.
			" 10 - Ars, carrière Bresse et Bugey.
"	12	-	" 11 - L'Hopital.
			" 12 - Villon.
"	13	-	" 13 - La Chapelle du Châtelard.
			" 14 - Parcieux les Combes.
"	14	-	" 15 - Beauregard la Garenne.
			" 16 - Frans.
"	15	-	" 17 - Villefranche le Garet.
"	16	-	" 18 - Coupe de la Vauxonne.
"	17	-	" 19 - Marsangue.
			" 20 - Le Grand Champ.

- Planche 18 - Carte schématique des affleurements des marnes de Bresse.
- " 19 - " des sables de Trévoux et de Montmerle.
- " 20 - " des cailloutis et sables ferrugineux des Dombes.
- " 21 - " des Moraines et alluvion fluvio-glaciaires.
- " 22 - " des Terrasses de la Saône.
- " 23 - figure 27 - Coupe générale des Dombes (d'après Delafond et Depéret).
- " 28 - Coupe géologique de la vallée de la Saône (d'après J.M. Bérout).
- " 24 - Graphique des teneurs en minéraux lourds des sables de Saône.
- " 25 - Coupe des 3 nouveaux puits de la station de Villefranche - Beauregard.
- " 26 - Carte schématique des loess, limons et colluvions.

Vu, les Membres du Jury

J. FLANDRIN

P. GEVIN

L. DAVID

Vu et approuvé,

Le Doyen de la Faculté des Sciences

J. BRACONNIER

Vu et accordé le permis d'imprimer

Lyon, le 6 novembre 1962

Le Recteur

Président du Conseil de l'Université

P. LOUIS

